DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang. 5. Juli 1918. Heft 27.

Die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen.

Von Prof. Dr. J. Stark, Greifswald.

Wie ich kürzlich in dieser Zeitschrift (1918, Heft 13) dargelegt habe, läßt sich aus der Zusammensetzung des Spektrums des Nordlichts folgern, daß die elektrischen Strahlen, welche es erzeugen, positive Strahlen sind. Am Schlusse meiner Mitteilung habe ich auch die Geschwindigkeit der positiven Nordlichtstrahlen auf Grund von freilich spärlichen Angaben über die Farbe des Nordlichts für den Fall von H^+-Strahlen auf $1 \cdot 10^8$ bis $3 \cdot 10^8$ cm sek^{-1} geschätzt. In meiner unterdes erschienenen ausführlichen Abhandlung (Ann. d. Phys. *54*, 598, 1917[1]) habe ich mich in dieser Hinsicht mit Vorsicht folgendermaßen geäußert: „Nach den Intensitätsverhältnissen in Tab. III zu urteilen, dürften die positiven Strahlen, welche das grünlich gelbe Nordlicht erzeugen, eine Geschwindigkeit von 5000—50 000 Volt haben; falls das rote Nordlicht der oben erwähnten rotgelben Gesamtfarbe langsamer Kanalstrahlen entspricht, dürfte es von erheblich langsameren Strahlen hervorgebracht werden. Die Erscheinung, daß es verschieden gefärbte Nordlichter gibt, dürfte sich also aus der Änderung des Intensitätsverhältnisses der N-Spektren mit der Geschwindigkeit der positiven Strahlen erklären. Leider war mir die in dieser Hinsicht am wichtigsten Originalmitteilung *Carlheim-Gyllenskiölds* nicht zugänglich."

Dank der Freundlichkeit von Herrn *A. Schmidt* (Meteorologisch-Magnetisches Observatorium Potsdam) konnte ich unterdes die Abhandlung von *Carlheim-Gyllenskiöld*, insbesondere seine ausführlichen Mitteilungen über die Farben des Nordlichts, nachlesen. Auf Grund derselben und auf Grund meiner Beobachtungen über N-Kanalstrahlen komme ich zu der Folgerung, daß das rote Nordlicht in der Tat von langsamen positiven Strahlen und demnach auch das grünlich gelbe Nordlicht nicht von sehr schnellen, sondern von mäßig schnellen positiven Strahlen hervorgebracht wird. Die kinetische Energie des einzelnen Nordlichtstrahls möge gemessen werden in Volt Spannungsdifferenz V, welche ein Elementarquantum elektrischer Ladung e frei durchlaufen muß, um eine gleich große kinetische Energie zu gewinnen. Wir können so in abgekürzter Ausdrucksweise von einer kinetischen Energie ($\frac{1}{2} m v^2 = e V$) oder sogar einer Geschwindigkeit $\left(v = \sqrt{2 \frac{e}{m} V}\right)$ in Volt sprechen. Dieser Ausdrucksweise mich bedienend, folgere ich also aus Farbe und Spektrum der Nordlichter, daß die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen zwischen 100 Volt (rotes Nordlicht) und 5000 Volt (grünes Nordlicht) liegt. Sind die Nordlichtstrahlen H^+-Strahlen $\left(\frac{e}{m} = 3 \cdot 10^{14}\right.$ st. E.), so bewegt sich demnach ihre Geschwindigkeit in dem Bereich von $1 \cdot 10^7$ bis $1 \cdot 10^8$ cm sek^{-1}.

Die vorstehende Folgerung über die Größenordnung der Geschwindigkeit der positiven Nordlichtstrahlen läßt sich durch nachstehende Deutung einer Eigenschaft des Nordlichts bestätigen, welche man *Aberration der Nordlichtstrahlen* nennen kann. Sie sei hier für den einfachsten Fall kurz beschrieben.

Das Nordlicht erscheint an denjenigen Orten im Vergleich zu anderen am häufigsten, welche angenähert in einem Winkelabstand von 20° von dem Schnittpunkt der magnetischen Achse der Erde mit ihrer Oberfläche (81° n. Br., 75° w. L. von Greenwich) liegen[1]). Die Zone dieser Punkte heißt die Nordlichtzone, ihr Pol der Nordlichtpol; der Zeitpunkt, in welchem ein Ort infolge der Erddrehung die Ebene durch den Mittelpunkt der Sonne und die magnetische Achse der Erde während der Nachtzeit schneidet, wird die magnetische Mitternacht für den Ort genannt. Der tägliche Höchstwert der Nordlichthäufigkeit stellt sich für einen Ort in der Nordlichtzone nicht um seine magnetische Mitternacht, sondern ungefähr um eine Stunde früher ein; dieses Vorauseilen des täglichen Nordlichthöchstwertes vor der magnetischen Mitternacht ist es, was ich *Aberration der Nordlichtstrahlen* nennen möchte.

Die Deutung dieser Aberration sei hier der Anschaulichkeit halber für den Fall durchgeführt, daß die Erde sich gerade im Wintersolstitium oder nahe dabei befindet; in dieser Lage tritt ein jährlicher Höchstwert der Nordlichthäufigkeit für einen Ort der Nordlichtzone auf.

Diese tatsächlichen Feststellungen über das Auftreten eines täglichen und eines jährlichen Höchstwertes der Nordlichthäufigkeit sind, wie kurz angedeutet sei, in folgender Weise zu erklären. In den angegebenen Lagen[2]) der magnetischen Erdachse gegen die von der Sonne kommenden positiven Strahlen besitzt für den betrachteten Ort der Nordlichtzone derjenige Raum einen tägl-

[1]) Das Heft wurde am 26. April 1918 ausgegeben.

[1]) Vgl. *L. Vegard*, Bericht über die neueren Untersuchungen am Polarlicht. Jahrb. d. Rad. u. El. *14*, 383. 1917.

[2]) In diesen Lagen stehen die magnetischen Kraftlinien über dem Gebiet der Nordlichtzone angenähert senkrecht zu den positiven Sonnenstrahlen und bestreichen darum mit ihrer Ablenkung einen Höchstwert des von diesen durchlaufenen Raumes.

lichen bzw. jährlichen Höchstwert, aus welchem heraus positive Sonnenstrahlen infolge der Neigung ihrer Geschwindigkeit gegen das durchlaufene magnetische Erdfeld von diesem in den Gesichtskreis des betrachteten Ortes in 100—150 Kilometer über der Erdoberfläche zusammengelenkt werden.

In Fig. 1 sind nun schematisch in einer Zeichenebene durch die Mittelpunkte von Sonne und Erde in deren Wintersolstitium die uns hier interessierenden Größen dargestellt. Der Schnitt der Ebene durch Sonne und magnetische Erdachse ist gestrichelt, der Schnitt durch die Erde ausgezogen, der Nordlichtpol (als kleiner Kreis) auf die Zeichenebene projiziert. Es ist in Fig. 1 angenommen, daß die Bahngeschwindigkeit der Erde im Verhältnis zur Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen sehr klein sei, daß also im Vergleich zu ihnen die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne stillstehe. Durch die punktierten Pfeile sind die positiven Strahlen dargestellt, welche von der

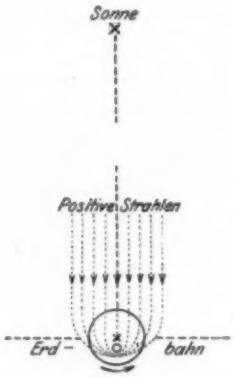

Fig. 1.
Bahngeschwindigkeit der Erde sehr klein gegen die Geschwindigkeit der Strahlen.

Sonne angenähert parallel dem Fahrstrahl Sonne-Erde kommen und auf ihrem Wege durch das magnetische Erdfeld nach der Nordlichtzone hin zusammengelenkt werden. Wie ohne weiteres zu ersehen ist, muß aus Gründen der Symmetrie entweder ein täglicher Höchst- oder ein Tiefstwert der Nordlichthäufigkeit in einem Ort der Nordlichtzone genau in dessen magnetischer Mitternacht sich zeigen. Ein Voreilen eines solchen Wertes vor der magnetischen Mitternacht, so wie es in Wirklichkeit zutrifft, ist also unter der gemachten Voraussetzung — Bahngeschwindigkeit der Erde sehr klein gegen Strahlengeschwindigkeit — nicht möglich.

Nunmehr sei diese Voraussetzung aufgegeben und die Folgerung aus der Voraussetzung gezogen, daß die Bahngeschwindigkeit der Erde im Verhältnis zu der Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen merklich ist. Wie auf der Hand liegt, kommt für die Größe der ablenkenden magnetischen Kraft von Seite der Erde auf die positiven Nordlichtstrahlen lediglich die relative Geschwindigkeit der Strahlen in bezug auf die Erde in Betracht. Hinsichtlich der Ablenkung der Strahlen können wir darum die Erde als ruhend betrachten, wenn wir den Strahlen außer der längsradialen Geschwindigkeit v_s parallel dem Fahrstrahl Sonne-Erde noch eine querradiale Geschwindigkeit v_e beilegen, welche entgegengesetzt und gleich der Bahngeschwindigkeit $(-v_e)$ der Erde ist.

Gemäß dieser Erwägung ist in Fig. 2 der Verlauf der Nordlichtstrahlen in der Nähe der Erde dargestellt. Sie fallen nunmehr infolge der Relativbewegung nicht mehr parallel dem Fahrstrahl Sonne-Erde ein, sondern bilden mit diesem einen Winkel φ, für den $\operatorname{tang} \varphi = \frac{v_s}{v_e}$ ist. Um diesen Winkel φ erscheint in erster Annäherung die Zeit

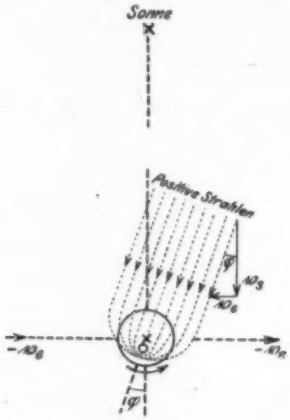

Fig. 2.
Bahngeschwindigkeit (v_e) der Erde merklich groß gegen Geschwindigkeit (v_s) der Strahlen.

des Eintritts des täglichen Höchstwertes der Nordlichthäufigkeit aus seiner Lage (magnetische Mitternacht) für die Verhältnisse der Fig. 1 vorausgedreht.

Wenn also die Bahngeschwindigkeit der Erde nicht mehr sehr klein im Verhältnis zu der Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen ist, muß für die wirklich vorhandenen Richtungen der Drehung der Erde um ihre Achse und ihrer Bewegung um die Sonne der tägliche Höchstwert der Nordlichthäufigkeit an einem Ort der Nordlichtzone um eine bestimmte Zeit der magnetischen Mitternacht des Ortes vorauseilen. Diese Erscheinung, „die Aberration der Nordlichtstrahlen", ist nun, wie oben bereits mitgeteilt wurde, tatsächlich festgestellt worden, und zwar wird für einen Ort der Nordlichtzone der Eintritt des Höchstwertes der Nordlichthäufigkeit etwa 1 Stunde vor magnetischer Mitternacht beobachtet. Dieser Zeit

entspricht in der Drehbewegung der Erde ein Winkel $\varphi = 15^0$. Es ist demgemäß tang $15^0 = \frac{v_e}{v_s}$ und, wenn v_s angenähert gleich $3 \cdot 10^8$ cm sek^{-1} gesetzt wird, die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen $v_e = 1 \cdot 10^7$ cm sek^{-1}. Dieser Wert kann freilich nur der Größenordnung nach richtig sein, weil sich der Winkel φ nicht genau bestimmen läßt. Er ist zudem ein Durchschnittswert, bei dessen Bildung (Ablenkung der entfernten langsamen Strahlen nach der Nordlichtzone) die kleineren Werte der vorkommenden Geschwindigkeiten bevorzugt sind.

Trotz dieser Mängel ist die aus der Aberration der Nordlichtstrahlen ermittelte Größenordnung ihrer Geschwindigkeit von Bedeutung, denn er liefert eine willkommene Bestätigung der Folgerungen, welche ich aus der Farbe des Nordlichts (Intensitätsverhältnis der in ihm vorkommenden Stickstoffspektren) hinsichtlich der Geschwindigkeit $1 \cdot 10^8$ cm sek^{-1} der Nordlichtstrahlen gezogen habe. Während diese angenähert einen oberen Grenzwert der Geschwindigkeit für den Fall von Wasserstoff-Nordlichtstrahlen ergaben, kann die aus der Aberration der Nordlichtstrahlen errechnete Geschwindigkeit $1 \cdot 10^7$ cm sek^{-1} angenähert als unterer Grenzwert gelten. Zwischen $1 \cdot 10^7$ und $1 \cdot 10^8$ cm sek^{-1} dürfte also die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen in den meisten einzelnen Fällen liegen.

In dem einzelnen Fall läßt sich die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen dann bestimmen, wenn der Zeitpunkt ihres Abganges von der Sonne und der Zeitpunkt ihres Eintreffens in der Erdatmosphäre ermittelt werden kann. Es sei t_1 der Zeitpunkt, in welchem eine besonders große Fleckengruppe, welche positive Strahlen aussendet, die Ebene durch Erde und Sonnenachse passiert; w sei die Winkelgeschwindigkeit der Sonne, $\varphi = \text{arc tang } \frac{v_e}{v_s}$ der Winkelbogen, welchen die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne während der Zeit zurücklegt, während welcher die von der Fleckengruppe radial ausgehenden positiven Strahlen unterwegs sind. Es treffen dann die Erde diejenigen Strahlen, welche zur Zeit $t_1 + \frac{1}{w} \text{ arc tang } \frac{v_e}{v_s}$ von der Sonne ausgegangen sind; der Zeitpunkt t_2, in welchem danach zum ersten Male ein besonders intensives Nordlicht auf der Erde eintritt, ist wahrscheinlich der Zeitpunkt des Eintreffens dieser positiven Strahlen auf der Erde. Auf einen solchen ausgezeichneten Fall hat mich Herr *M. Wolf* aufmerksam gemacht. Wie er mir mitteilte (Astron. Nachr. 4875 vom 21. Febr. 1917), kulminierte eine einzig große Sonnenfleckengruppe am 9. Februar 1917 nachmittags; am 15. Februar nachmittags trat darauf ein intensives Nordlicht auf. Die am 9. Februar von der Sonne in radialer Richtung ausgehenden positiven Sonnenstrahlen brauchten also angenähert[1]) 6 Tage, um einen Weg von etwa $148 \cdot 10^6$ Kilometer zu durchlaufen. Ihre Geschwindigkeit war daher angenähert $3 \cdot 10^7$ cm sek^{-1}. Falls sie H+-Strahlen waren, mußten sie, wenn man von nichtelektrischen Kräften auf sie absieht, in der Nähe der Sonne eine Spannungsdifferenz von 390 Volt frei durchlaufen, um diese Geschwindigkeit zu gewinnen. Diese Zahl stimmt gut überein mit der oben aus der Spektroskopie (Farbe) und der Aberration der Nordlichtstrahlen erhaltenen oberen und unteren Grenze für die Geschwindigkeit dieser Strahlen.

Zusammenfassend läßt sich über die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen folgendes sagen: *Die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen liegt in den meisten Fällen zwischen $1 \cdot 10^7$ und $1 \cdot 10^8$ cm sek^{-1}; sie ist im allgemeinen von Nordlicht zu Nordlicht verschieden und nimmt auch innerhalb eines und desselben Nordlichtes von einem Anfangswert (grüngelbe Farbe) bis zu dem Grenzwert $1 \cdot 10^7$ cm sek^{-1} (rötliche Farbe des unteren Randes) infolge der Zusammenstöße der Strahlen mit Stickstoffmolekülen in der Erdatmosphäre ab.*

Nachschrift über die Zusammensetzung der Atmosphäre in 100—150 km Höhe über dem Erdboden. — Anläßlich meiner ersten Mitteilung über das Nordlicht bin ich von mehreren Seiten gefragt worden, ob denn meine Angaben nicht in Widerspruch mit den Folgerungen über die Zusammensetzung der Atmosphäre in großer Höhe ständen; die Nordlichtstrahlen müßten doch zunächst durch eine hauptsächlich aus Geokoronium, dann eine aus Wasserstoff und Helium bestehende Schicht dringen. So scheint mir ein über den engsten Fachkreis hinausreichendes Interesse an einer Antwort auf jene Frage zu bestehen.

Zunächst ist zu antworten, daß die angeführten Folgerungen auf theoretischem Wege aus gewissen Voraussetzungen abgeleitet wurden. Sehen wir von dem völlig hypothetischen Geokoronium ab, so wurde angenommen, daß Wasserstoff und Helium ebenso wie Stickstoff und Sauerstoff in einem Gleichgewichtszustand der Verteilung in der Atmosphäre sich befinden, daß also durch eine die Erde umhüllende konzentrische Kugelfläche in beliebiger Höhe über dem Erdboden nicht dauernd Wasserstoff oder Helium in einer Richtung diffundieren. Ob diese Annahme richtig oder falsch ist, kann natürlich nur dadurch entschieden werden, daß experimentell der Teildruck der genannten Gase im Verhältnis zu demjenigen des Stickstoffs wenigstens der Größenordnung nach bestimmt und mit dem hypothetisch berechneten verglichen wird.

Eine solche Bestimmung erlaubt nun die Analyse des Lichtes, welches die Nordlichtstrahlen auf

[1]) Bei Vernachlässigung von $\frac{1}{w} \text{ arc tang } \frac{v_e}{v_s}$ neben $t_2 - t_1$ oder bei Vernachlässigung von $\frac{1}{w(t_2 - t_1)} v_e$ neben v_s.

ihrem Wege in der Erdatmosphäre in 100—150 km Höhe zur Emission bringen. Auf Grund meiner Erfahrungen über die Lichtemission der Kanalstrahlen kann ich folgendes sagen: Würde der Teildruck des Wasserstoffs oder des Heliums in diesen Höhen 30 % des Teildruckes des Stickstoffes betragen, so müßten die intensivsten Serienlinien jener zwei Gase in einem angenähert konstanten Intensitätsverhältnis im Nordlicht neben den in diesem auftretenden Stickstofflinien erscheinen. Dies ist aber in Wirklichkeit nicht der Fall; die bis jetzt zuverlässig beobachteten und einigermaßen genau gemessenen Nordlichtlinien sind nämlich, wie ich in meiner Annalen-Mitteilung gezeigt habe, abgesehen von den nur hin und wieder auftretenden Wasserstofflinien H_4 und $H\gamma$, ausschließlich **Stickstofflinien.**

Man kann der Beweiskraft dieser Feststellung auch nicht mit dem unbestimmten Einwand sich entziehen, daß die Intensität der Linien eines Gases in einer elektrischen Entladung sehr empfindlich sei gegen die Anwesenheit anderer Gase, Wasserstoff und Helium in großen Höhen also wohl einen größeren Teildruck als Stickstoff besitzen könnten, ohne spektral sich bemerkbar zu machen. Der Hinweis auf die Empfindlichkeit von Spektrallinien eines Gases gegen Beimischungen trifft nämlich nur für die positive Lichtsäule (Geißlerröhre), nicht für schnelle Kathoden- und Kanalstrahlen zu. Diese regen die Moleküle eines Gases, sowie sie auf sie stoßen, zu Lichtemission unabhängig von der Nachbarschaft der Moleküle eines anderen Gases an.

Die Spektralanalyse des Nordlichts läßt somit feststellen, daß *der Teildruck des Wasserstoffs und derjenige des Heliums in 100—150 km Höhe über dem Erdboden kleiner als 30 % des Teildruckes des Stickstoffs in dieser Höhe sind.*

Die Ursachen der Differentiation in silikatischen Schmelzflüssen.

Von Privatdozent Dr. W. Eitel, Frankfurt a. M.

(Schluß.)

4. *Theorie der magmatischen Differentiationen durch Entmischungen.*

Seit den Tagen *R. Bunsens* hat eine ganze Anzahl von Petrographen versucht, die Differentiationserscheinungen in der Gesteinswelt darauf zurückzuführen, daß ein homogenes Urmagma bei der Abkühlung sich spontan in eine Reihe von Teilmagmen aufspaltete. Ein jedes dieser Spaltungsprodukte bestimmte alsdann bei seiner Erstarrung den Charakter der aus ihnen jeweils entstehenden Gesteinstypen. *Bunsen* hatte seinerzeit angenommen, daß primär vorhandene „normaltrachytische", d. h. saure Magmenherde mit ebensolchen von „normalbasischer" Zusammensetzung sich in allen Verhältnissen zu „intermediären" Magmen mischen könnten. Späterhin hatte *J. Durocher* und *H. Baeckström* die Ansicht vertreten, daß ein jedes Magma an sich in saure oder basische Teilmagmen zerfallen könnte; damit ist also das Prinzip der magmatischen Differentiation durch Entmischungen in klarer Form ausgesprochen. Diese Hypothese wurde dann von *H. Rosenbusch* weiter ausgebaut und zu seiner berühmten Kerntheorie verwertet. Nach dieser hat man die in den durch Zerfall entstandenen Teilmagmen vorhandenen bzw. gelösten Verbindungen als Metallatomgruppen aufzufassen; diese stellen bestimmte Typen dar, welche mit den Kernen in der organischen Chemie Ähnlichkeit besitzen. Die typischen Kerne sind nach *Rosenbusch* die folgenden:

$(Na, K)AlSi_2$, vorherrschender Kern in den foyaitischen Magmen φ; in den theralithischen Magmen ϑ sind neben diesem Kerne auch noch die Kerne $R^{II}Si$ und R^{II}_2Si enthalten, ferner $NaAlSi$ (Nephelin-Kern) und $CaAl_2Si_2$ (Anorthitkern).

$(Na, K)AlSi_2$ und $CaAl_2Si_4$ in den granitodioritischen Magmen $\gamma\delta$ gemischt.

$CaAl_2Si_4$ vorherrschend neben $R^{II}Si$ und R^{II}_2Si in den gabbro-peridotitischen Magmen ψ, in welchen der alkalihaltige Kern $(Na, K)AlSi_2$ vollständig zurücktritt.

Die Differentiation wird also nach dem *Rosenbusch*schen Prinzip stets dahin streben, die Magmentypen in möglichst reinem Zustande zur Entwicklung zu bringen. *Rosenbusch* und seine Schüler haben die Annahme der hypothetischen Kerne mit großem Nachdruck verteidigt; es macht aber dem Physikochemiker nicht geringe Schwierigkeiten, die Notwendigkeit der Einführung derartiger komplizierter Begriffe einzusehen. Es hat deshalb weithin Anklang gefunden, als *W. C. Brögger* die Ansicht aussprach, daß die *Rosenbusch*schen Kerne mit den mineralischen Hauptbestandteilen der Gesteine sich decken, daß also die Feldspäte, die Augite, Olivine usw. in diesen Atomgruppen darzustellen seien. Es wäre also bei der Annahme einer magmatischen Aufspaltung in differentielle Teilmagmen eine Tendenz zur Ausbildung einzelner bestimmter Mineralaggregate vorhanden, eine Anschauung, die auf dem Gebiete der Differentiation durch Kristallisation (s. u.) von *J. H. L. Vogt* unterstützt worden ist.

Alles bislang in der Literatur Bekannte scheint indessen eher gegen das Vorkommen derartiger spontaner Spaltungsvorgänge zu sprechen als für dieses. Man kennt freilich z. B. binäre, bei höherer Temperatur homogene Flüssigkeitsgemenge wie von Äther und Wasser, die bei der Abkühlung zwei gesonderte Flüssigkeitsschichten bilden. Es wird alsdann eine bestimmte „kritische Entmischungstemperatur" angegeben werden können, welche die Höchsttemperatur angibt, bei der ein heterogenes Flüssigkeitsgemenge beständig ist, bzw. ein solches gerade in die homogene flüssige Mischung übergeht. Man erkennt dies im Zustandsdiagramm (s. Fig. 1) also daran, daß ein Gebiet für die heterogenen flüssigen Phasen

unterhalb des kritischen Entmischungspunktes t_k gelegen ist. Für eine jede Temperatur unterhalb von t_k finden wir eine bestimmte Sättigungsgrenze der beiden flüssigen Phasen, so die Kurven $t_k L_1 L_2 \ldots$ und $t_k L'_1 L'_2 \ldots$, welche die Änderung der Zusammensetzung der beiden im Gleichgewicht befindlichen Flüssigkeiten mit der Temperatur angeben. Diese Sättigungsgrenzen können schließlich die Ausscheidungskurve für eine feste Kom-

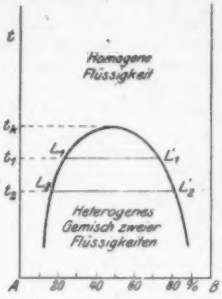

Fig. 1.

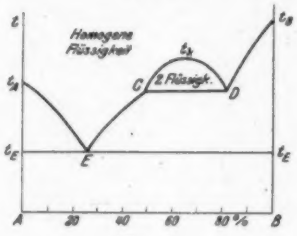

Fig. 2.

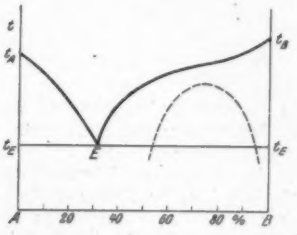

Fig. 3.

ponente, z. B. von B, in C und D treffen (Fig. 2). Bei der Temperatur des Punktes D sind drei Phasen miteinander im Gleichgewicht, nämlich die Schmelzen C, D und das feste B, es werden neue Kristalle von B abgeschieden werden können, indem die Flüssigkeit D zu den Phasen C und B zerfällt. Erst wenn die Schmelze D verbraucht ist, wird also die Temperatur unter weiterer Ausscheidung von B längs der Kurve CE bis zum Eutektikum E sinken. Das horizontale Stück CD in der Schmelzkurve ist besonders charakteristisch für derartige Zerfalls- und Entmischungsreaktionen; wir müßten in entsprechenden Fällen bei den silikatischen Schmelzgleichgewichten Analoges unfehlbar beobachten, wenn wirklich eine Tendenz zu derartigen Vorgängen in ihnen vorhanden wäre. Bei den Boraten sind derartige Fälle nach den Untersuchungen *Gürtlers* (Zeitschr. f. anorg. Ch. *40*, 1904, S. 225) allerdings bekannt geworden und auch in den Systemen aus Sulfiden und Silikaten sind ähnliche Verhältnisse nach *J. H. L. Vogt* (Silikatschmelzlösungen, *I*, 1903, S. 96) zu vermuten. Das letztere Beispiel ist sicherlich von petrogenetischer Bedeutung, weil dadurch die differentielle Entstehung der sulfidischen Lagerstätten in ein neues Licht gesetzt worden ist. Dagegen haben wir bis jetzt noch kein einziges rein silikatisches System angetroffen, in dessen Zustandsdiagramm eine horizontale Linie nach Art der oben genannten CD auf einen Entmischungsprozeß im flüssigen Zustande schließen ließe. Selbst in dem Falle, daß im unterkühlten Zustande Entmischungen einträten, müßten wir dies in dem Zustandsdiagramm an einer eigentümlich S-förmig geschwungenen Kristallisationskurve für eine Kristallart erkennen. In Fig. 3 ist dies schematisch angedeutet, und man erkennt in der Nähe der Ausscheidungskurve für die Komponente B ein instabiles Entmischungsgebiet. Derartige Verhältnisse sind übrigens im System Fe-FeS bekannt geworden, welches bei der Erklärung der Entstehung der merkwürdigen Troilittropfen im meteorischen Eisen Bedeutung besitzt. Wahrscheinlich war das Schwefeleisen in einer Art von Emulsionszustand in dem flüssigen Metalle suspendiert und ist in diesem Zustande erstarrt. Von Emulsionsbildungen ähnlicher Art etwa in den Gesteinsgläsern ist indessen bis jetzt noch nichts bekannt geworden. Eine langandauernde thermische Exposition eines silikatischen Schmelzflusses sollte unterhalb seiner kritischen Entmischungstemperatur unter allen Umständen die Entwicklung der typischen Entmischungsstrukturen begünstigen. In dem Laboratorium der Carnegie-Institution in Washington sind bekanntlich unzählige Expositionsversuche zur Festlegung der Gleichgewichte nach der statischen Methode angestellt worden; trotzdem ist uns kein einziger Fall erinnerlich, daß nachweislich Entmischungen in den homogenen Schmelzen stattgefunden hätten. Es ist deshalb zum mindesten unwahrscheinlich, daß der Beweis für das Vorkommen einer magmatischen Entmischungsdifferentiation erbracht werde. Wir dürfen wohl annehmen, daß die silikatischen Schmelzlösungen der natürlichen Magmen im flüssigen Zustande homogen bleiben und erst bei der Kristallisation eine heterogene Beschaffenheit erhalten.

5. *Elektrochemische Gründe für die Möglichkeit einer magmatischen Differentiation.*

Übertragen wir die bei der Elektrolyse der geschmolzenen Salze gefundenen Gesetzmäßig-

keiten auf silikatische Schmelzlösungen, so können wir uns ein Bild davon machen, wie die Wirkung von elektrischen Strömen innerhalb eines homogenen Magmas den chemischen Charakter desselben beeinflussen wird. Wir dürfen in diesem Sinne also von der Möglichkeit einer Art elektrolytischer magmatischer Differentiation reden. Alle Tatsachen, welche in den wässrigen Lösungen zur Aufstellung der Ionentheorie geführt haben, sind auch in den geschmolzenen Salzen wiedergefunden worden (vgl. Elektroch. geschm. Salze, von *R. Lorenz* und *L. Kaufler*, Leipzig 1909, S. 57 ff.); wir dürfen also den Begriff der elektrolytischen Dissoziation, der Überführung, der Komplexionen usw. ohne weiteres auch auf ein Magma ausdehnen. Bei einer genügend langen Einwirkung eines wenn auch schwachen Stromes in diesem ist die Möglichkeit zur Ausbildung von galvanischen Polarisationen begründet, und durch Überführungen bestimmter Ionengattungen können auch sehr wesentliche Konzentrationsverschiebungen Platz greifen. Es ist zwar in Anbetracht der immer noch sehr geringen Kenntnisse über den Ionisationszustand in einem silikatischen Schmelzfluß jetzt noch nicht möglich, in allen Einzelheiten einen derartigen Vorgang zu verfolgen; wir müssen es weiterer Forschungsarbeit überlassen, zu entscheiden, inwieweit die elektrolytische magmatische Differentiation einen geologisch bedeutsamen Faktor darstellen könnte. Ein Wort über die vermutliche Herkunft von elektrischen Potentialdifferenzen innerhalb eines silikatischen Magmas sei noch verstattet. Im Sinne einer elektrolytischen Differentiation könnten wohl thermoelektrische Potentialdifferenzen eine Rolle spielen; z. B. die magmatischen Frühausscheidungen sulfidischer Natur, so besonders die Lamprite (Pyrit, Kobaltglanz) dürften die Veranlassung zu solchen geben. Wir wollen ferner bedenken, daß die Bewegung der irdischen Magmen im elektrischen Felde der Sonne im Laufe langer Zeiträume ebenfalls einen großen Einfluß auf die Ausbildung der intratellurischen Ströme haben können. Sicherlich ist die Annahme elektrolytischer magmatischer Differentiationen zu erwägen, auf Einzelheiten jetzt schon einzugehen, dürfte allerdings in Hinsicht auf unsere sehr geringen Erfahrungen in diesem schwierigen Gebiete und die unsicheren hypothetischen Grundlagen noch verfrüht erscheinen.

6. Theorie der sekundären Differentiation in heterogenen magmatischen Systemen durch gravitative Kristallisationsdifferentiation.

Im Gegensatz zu den im Vorhergehenden besprochenen Anschauungen nimmt eine große Anzahl von Forschern an, daß eine Differentiation überhaupt nur dann in einem Magma merklich werden könne, wenn bei dessen Abkühlung durch den Beginn der Kristallisation eine Heterogenität entsteht. Sobald aus der Schmelze Kristalle sich ausscheiden, wird eine Trennung derselben von der Flüssigkeit nach dem spezifischen Gewichte eintreten, d. h. eine Kristallisationsdifferentiation durch Schwerewirkung vor sich gehen. Eine solche Erscheinung wird auch als fraktionierte Kristallisation bzw. in Anlehnung an gewisse in der Metallurgie beobachtete Vorgänge als Saigerung bezeichnet. Sie wird eine weitgehende Scheidung des Gesteinscharakters herbeiführen, so daß die schwereren Teile des erstarrenden Magmas im Liegenden der leichteren angetroffen werden müssen. An Vesuvlaven hat man dementsprechend beobachtet, daß die Leuzitkristalle stets an der Oberfläche angereichert sind, ja im feurigflüssigen Lavastrom direkt schwimmend angetroffen werden können, während an den unteren Teilen der Ströme eine Ansammlung der schwereren Augitkristalle zu bemerken ist. Es sind also offenbar während der Verfestigung des Schmelzflusses die zuerst ausgeschiedenen Augite abgesunken, die späterfolgenden und leichteren Leuzite aber in die Höhe gestiegen, wie dies *Löwinson-Lessing* (C. r. du congr. internat. geol., St. Petersbourg, *1897*, p. 347) im einzelnen verfolgt hat. Ähnliche Erscheinungen beschreibt *A. Daly* (Rosenbusch-Festschrift, Stuttg. 1906, S. 203—233) an den interessanten Lagergängen des Meyie-Sill, in denen ein Gabbro-Gestein im Liegenden, im Hangenden aber ein saurer Biotitgranit beobachtet wurde.

Ehe wir auf die mannigfaltigen Wirkungen eingehen, welche in Verbindung mit einer Kristallisationsdifferentiation in einem erstarrenden Magma durch Auspressungen, Diffusionen, Konvektionen usw. denkbar sind, wollen wir ganz allgemein ein homogenes schmelzflüssiges Silikatgemenge bei langsamer Verfestigung verfolgen. Es werden sich z. B. zuerst die Orthosilikate der Olivingruppe ausscheiden, einzelne Kristallkerne und dann kleine Kristallindividuen entstehen und diese nunmehr unter den Einfluß der Gravitation gelangen. Durch das Absinken der schweren Kristallkörner findet so eine langsame Anreicherung der gebildeten Kriställchen in den unteren Teilen des Magmenbassins statt. So hat z. B. *N. Bowen* (Am. Journ. of Sc. *39*, 1915, p. 175) Schmelzen des Systemes Diopsid-Forsterit-Kieselsäureanhydrid längere Zeit auf Temperaturen, bei welchen sich nur eine Kristallart bildet, exponiert und dann abgeschreckt. Olivin reicherte sich alsdann am Boden des Tiegels innerhalb einer Stunde bei 1430° C bereits deutlich an. Pyroxenkristalle aus einem kieselsäurereichen Schmelzflusse sinken ebenfalls ab, allerdings etwas langsamer als die Olivine infolge der größeren Zähigkeit der Schmelzen, dagegen bewegen sich die leichteren Tridymitkristalle deutlich nach oben. Die Anreicherung des Olivines im tieferen Teile des bekannten Pallisadendiabases von Neu-Jersey zeigt eine große Ähnlichkeit mit den Ergebnissen der *Bowen*schen Experimentaluntersuchungen.

Sind die ausgeschiedenen Kristalle von sehr geringer Größe, so kann es unter Umständen vorkommen, daß in den stark viskosen Schmelzen das

Untersinken auch schwererer Körner, wie z. B. von Erzen, ungemein lange Zeit in Anspruch nähme. Es kann also in sehr sauren Differentiationsprodukten die Viskosität den Charakter der gravitativen Scheidungsvorgänge weitgehend verwischen. Von derartigen Störungen abgesehen, kann man demgegenüber selbst die Ausbildung von Zonarstrukturen z. B. an den Mischkristallen der Plagioklasreihe mit der gravitativen Differentiation in einem kristallisierenden Magma in Zusammenhang bringen. Man kann aus dem Vorhandensein einer solchen Struktur bekanntlich schließen, daß diejenigen Schmelzflüsse, aus welchen der innere Kern kristallisierte, eine andere und zwar basischere Zusammensetzung gehabt haben müssen als diejenigen, welche die Substanz zu den äußeren Schichten lieferten. *Bowen* zeigte nun z. B. an dem System Albit-Anorthit-Diopsid (Journ. of Geol. *23*, 1915, Suppl., p. 1—11), daß beim Absinken der spezifisch schwereren Mineralgemengteile im unteren Teil des durch Erstarrung entstandenen Gesteines bytownitische Plagioklase, im oberen aber stark saure Kalknatronfeldspäte auftreten werden. Zusammenvorkommnisse von entgegengesetzten Gesteinscharakteren, wie z. B. von Melaphyren oder Diabasen neben Mikropegmatiten bzw. von Gabbronen neben Graniten müssen uns in ähnlichem Sinne ein Anzeichen dafür sein, daß nur die langsame Kristallisation bei der Abkühlung die gravitative Differentiation so weitgehend möglich gemacht hat. Bei einer rascheren Abkühlung wären einheitliche Gesteinskörper z. B. vom Habitus eines Diabases gebildet worden. In der Natur braucht auch nicht immer nur Olivin als frühe silikatische Ausscheidung gravitativ angereichert zu sein, wir sahen oben schon Pyroxene dieselbe Rolle spielen, und auch die Silikate der Glimmerfamilie könnten bei ihrem hohen Gehalte an Eisen und Magnesia dieselbe übernehmen. Die Tatsache, daß die Glimmer ganz besonders häufig in den sauren granitischen Magmen auftreten, beruht auf einer Komplikation der Differentiationsvorgänge, nämlich auf Einwirkungen der flüchtigen Magmenbestandteile, in erster Linie des Wasserdampfes auf die in der Schmelzlösung vorhandenen Alumosilikate. Wir sehen also, daß die Kristallisationsdifferentiation notwendigerweise auch zur Berücksichtigung der flüchtigen Bestandteile des Magmas Anlaß gibt, ein Umstand, auf den insbesondere *P. Niggli* aufmerksam gemacht hat. Ein ganz ausgezeichnetes Beispiel eines hierher gehörigen Naturvorkommnisses beschreibt *P. Niggli* (Geol. Rundschau, *3*, 1912, S. 479) vom Electric Peak, an welchem man in tieferen Regionen die Mineralvergesellschaftung von Biotit mit Quarz als typisch erkennt, während oben ein ganz gewöhnlicher Diorit den durch magmatische Dämpfe kaum beeinflußten Gesteinscharakter darstellt.

Stellen wir uns auf den Standpunkt, daß die basischen, und zwar am wahrscheinlichsten die basaltischen Schmelzflüsse den silikatischen Urmagmen unseres Planeten entsprechen, so muß bei einer langsamen Abkühlung eine gravitative Differentiation dieser Magmenarten derart stattfinden, daß peridotitische Gesteine zu unterst, saure granitische usw. zu oberst gelagert sich finden sollten. Im Gebiete des Keweenaw-Massivs ist in der Tat ein diabasischer Gesteinskörper mit sehr deutlichen hellen Differentiaten nach oben hin ausgebildet, ähnliche Verhältnisse trifft man in den berühmten Gesteinskomplexen des Sudbury-Distriktes usw. Wenn man an den großen finnischen Bezirken nach *Sederholm* dagegen nur granitische Gesteine mit gelegentlichen stark basischen Ergüssen antrifft, so beruht diese Erscheinung vom Standpunkte der Lehre von der gravitativen Kristallisationsdifferentiation lediglich darauf, daß die Vorkommnisse der Tiefe, d. h. die basischen Differentiate unter der granitischen Haube noch nicht aufgeschlossen sind. Demgegenüber ist an den paläozoischen Batholithen von Saugus (Mass.) tatsächlich durch eine fortgeschrittene Tiefenerosion eine ständige Zunahme der Basizität mit zunehmender Tiefe bekannt geworden; es folgen dort auf die oberen granitischen Typen nach unten hin dioritische Magmen. Aus dem Mineralbestande erkennen wir übrigens schon, daß aus granitischen Stammagmen gar keine basaltisch zusammengesetzten Differentiationsprodukte entstehen könnten. Das Vorkommen von gleichmäßig zusammengesetzten Ganggesteinen basischen Charakters aber belehrt uns, daß in dieser Form auch undifferenzierte Magmen zum Durchbruch gelangt sein können. Die Theorie der basaltischen Zusammensetzung der einheitlichen Urmagmen scheint zwar den Berechnungen *F. W. Clarkes* über die durchschnittliche Zusammensetzung der Eruptivgesteine zu widersprechen; man müßte aus diesen auf ein dioritisch-tonalitisches Urmagma schließen. Wir wollen aber nicht vergessen, daß *Clarke* die Annahme gemacht hat, daß bis in gewisse Tiefen der Erdkruste hinein immer noch dieselben chemischen Verhältnisse in der Zusammensetzung des Gesteinmantels angetroffen werden sollen, wie sie uns von der äußersten Rinde her eben bekannt geworden sind. Diese Annahme ist im Sinne der Theorie der gravitativen Kristallisationsdifferentiation unhaltbar geworden, da wir, wie schon oben erwähnt, bereits in verhältnismäßig geringen Tiefen eine Zunahme der schwereren Bestandteile im Magma bemerken. Das von *Clarke* entworfene Bild der durchschnittlichen Zusammensetzung der eruptiv entstandenen Erdkruste wird alsdann wesentlich zugunsten der basaltischen Magmen verschoben werden müssen. Es ließe sich noch eine ganze Anzahl von weiteren Gründen für diese Anschauung anführen, deren ausführliche Darlegung bei *Bowen* einzusehen ist.

Hochinteressant sind die Nutzanwendungen der Bowenschen Kristallisationstheorie der Differentiation auf die von *Rosenbusch* angeregten Probleme des sogenannten Sippencharakters der

Eruptivgesteine; wir müssen uns leider versagen, in den vorliegenden allgemeiner gehaltenen Erörterungen diesen Punkt näher zu berühren. Es scheint nämlich die gravitative Differentiation im Verein mit der Einwirkung von Wasserdämpfen auf die Magmamassen, der „magmatischen Hydrolyse", nicht stehen zu bleiben bei der Bildung von peridotischen Gebilden der Tiefe und peripherischen Biotitgranitgesteinen; es kann vielmehr neben den flüchtigen Bestandteilen des Magmas, wie Wasserdampf usw., eine solche Anhäufung der leichten Alkali-Alumosilikate in den oberen Differentiaten stattfinden, daß fast reine Nephelin- und Leuzitgesteine entstehen. Bei der magmatischen Hydrolyse wird aber auch stets Quarzsubstanz in Freiheit gesetzt, es kann also aus den leichtest flüssigen Restschmelzen Kieselsäure auskristallisieren. Sinkt des weiteren der hydrolytisch abgespaltete Quarz ab, so können sich schließlich auch Sodalith- und Cancrinitgesteine und die merkwürdigen Mineralbildungen der hydrothermalen vulkanischen Nachwirkungen zeigen. Eine nicht geringe Zahl geologischer Vorkommnisse sind bereits in diesem Sinne enträtselt worden, und wir dürfen die Anwendung der allgemeinen Theorie der gravitativen Differentiation speziell auch auf das Problem der Unterscheidung der Alkali- und der Alkalikalkgesteine als nutzbringende Arbeitshypothese begrüßen. In neuester Zeit ist es gelungen, auf analytisch-statistischem Wege den Nachweis zu führen, daß in der Tat die gravitative Differentiation den Gesteinscharakter auch in bezug auf Einteilung nach dem Sippencharakter bestimmt; ferner konnte gezeigt werden, daß die gravitative Differentiation nicht bloß etwa nach einem Prinzip der Scheidung in einen basischen (z. B. peridotitischen) und einen sauren (z. B. granitischen) Pol vor sich geht, sondern daß in Wahrheit die Zunahme der Alkalinität bei der Ausbildung verschieden dichter Differentiate den Ausschlag geben muß. In dieser Hinsicht wird auch die Differentiationstheorie von *J. H. L. Vogt* in einigen wesentlichen Punkten ergänzt bzw. modifiziert; nach dieser Anschauung ist nämlich die Scheidung in anchimonomineralische, d. h. fast nur aus einem Mineral bestehende Typen, und anchieutektische, d. h. fast der eutektischen Zusammensetzung in den vorliegenden polynären Magmen-Vielstoffsystemen entsprechende Gesteinsarten das Leitprinzip des ganzen Phänomens. Mannigfaltige geologische Faktoren, wie Filtrationen, Auspressungen der Endschmelzen und ähnliche sekundäre Wirkungen bedingen unter Umständen freilich lokale Komplikationen des Differentiationsvorganges, so daß die Wirkungen der eigentlichen gravitativen Kristallisationsdifferentiation verschleiert sein können. Zur Klarstellung des störungsfreien dynamischen Verlaufes der Differentiation verspricht aber diese Anschauung jedenfalls als Arbeitshypothese besonders nützlich zu werden.

Besprechungen.

Steinmann, G., und O. Wilckens, Handbuch der regionalen Geologie. 20. Heft. (*III.* Bd., 1. Abtlg.) *The British Isles* by *P. G. H. Boswell, Grenville A. J. Cole, Arthur Morley Davies, Charles Davison, John W. Evans, J. Walter Gregory, Alfred Harker, Owen Thomas Jones, Percy Fry Kendall, Linsdall Richardson, William Whitehead Watts, H. J. Osborne White.* Local Editor: *J. W. Evans.* With an Appendix: *The Channel Islands* by *John Parkinson.* Heidelberg, Winters Universitätsbuchhandlung, 1917. 354 S. und 73 Textabbildungen. Preis M. 16,—. 21. Heft. (*IV.* Bd., 2a. Abteilg.) *Grönland* von *O. B. Böggild.* Ebenda. 37 S. und 6 Textabbildungen. Preis M. 1,80.

Es ist der Redaktion des Handbuchs der regionalen Geologie gelungen, ihr großzügiges Werk während des Krieges nicht nur fortzusetzen, sondern sogar durch Beiträge aus dem neutralen und feindlichen Ausland weiterhin zu vervollständigen. Jetzt liegen zwei neue Hefte vor, eines über Großbritannien, das andere über Grönland. Es dürfte wohl eine vereinzelte Erscheinung sein, daß in diesem Krieg eine monographische Abhandlung über die britischen Inseln, von englischen Forschern geschrieben, in Deutschland in englischer Sprache erscheint. Dieses zunächst zu besprechende Heft ist, wie aus dem Titel ersichtlich, von einer Reihe britischer Geologen verfaßt, die die besten Kenner in ihren Gebieten sind. Die Vorzüge einer derartigen, von Spezialisten gegebenen Abhandlung sind offensichtlich. Indessen leidet auch in dieser Arbeit die Einheitlichkeit der Darstellung stark unter der Zersplitterung, wenngleich der Herausgeber *J. W. Evans* versucht hat, die einzelnen Abschnitte auszugleichen.

Damit im Zusammenhang ist auch die Anordnung des Stoffes eine andere als in den meisten übrigen Heften. Da die Mehrzahl der Mitarbeiter an der Beschreibung nur mit zwei bis drei Formationen beteiligt ist, konnte weder ein zusammenhängender „Abriß der geologischen Geschichte", noch ein Überblick über die „orographischen Elemente" Großbritanniens in besonderen Kapiteln gegeben werden. Beides sind aber wesentliche Teile der regionalen Geologie. Man hat sich beschränkt, zunächst als Einleitung eine Übersicht über die Morphologie von England und Wales, von Schottland und Irland zu geben, bespricht dann in einem kurzen Kapitel die britischen Erdbeben und widmet den Hauptteil der Stratigraphie, indem nacheinander die Verbreitung und Ausbildung der einzelnen Formationen beschrieben werden. Dabei ist Irland vollkommen unabhängig von den übrigen Gebieten behandelt worden. Da zugleich die Morphologie, Stratigraphie und Tektonik, wie auch die geologische Literatur und die wirtschaftlich wichtigen Bodenschätze Irlands von einem einzigen Autor, *Gr. A. J. Cole*, zur Darstellung gebracht sind, bildet die Geologie Irlands in dem Werk einen in sich abgeschlossenen Teil, der ebenso gut als besonderes Heft hätte erscheinen können.

Anders verhält es sich mit der Schilderung der stratigraphischen Verhältnisse von England und Schottland; hier machen sich manche Ungleichheiten bemerkbar. Bei einigen Formationen sind beide Gebiete getrennt, bei anderen zusammen, beim Cambrium und Devon nach Faziesbezirken unterschieden, besprochen. Im Anschluß an das Karbon wird ein Überblick über die englischen Kohlenfelder, ihre Ausdehnung und ihren mutmaßlichen Vorrat gegeben. Von den übrigen wirtschaftlich wichtigen Mineralien und

Gesteinen liest man nur wenig; die mitteliassischen Cleveland-Eisenerze, die wichtigsten Eisenerze Englands, sind mit zwei Zeilen abgetan! Für das Devon werden die klimatischen und topographischen Verhältnisse in einem besonderen Kapitel näher erörtert, bei anderen Formationen wird über diesen Gegenstand mit Stillschweigen weggegangen, oder die diesbezüglichen Angaben stehen an versteckter Stelle.

Die Vorzüge des Werkes beruhen, wie angedeutet, in einer äußerst sorgfältigen Durcharbeitung der reinen Stratigraphie des Gebietes. In der Tat wird wohl jeder, der sich über die Schichtenfolge der einzelnen Formationen Großbritanniens genauer unterrichten will, zunächst zum Handbuch der regionalen Geologie greifen. Eine wesentliche Unterstützung bieten dabei die langen Literaturverzeichnisse, die jeweils den einzelnen Formationen angeschlossen sind. Besonders wertvoll sind die stratigraphischen Übersichtstabellen, die für jede Formation zusammengestellt sind. Es sind in diesen Tabellen nicht nur die Schichtenfolgen der einzelnen Faziesbezirke untereinander und mit der normalen Stufen- und Zonengliederung verglichen, sondern auch die Mächtigkeiten der einzelnen Ablagerungen vermerkt. Die Mächtigkeitsangaben sind mit Rücksicht auf den Gebrauch des Buches für festländische Geologen in das Metermaß umgerechnet und nur in Klammern die den Engländern geläufige Angabe in Fuß beibehalten!

Von den beigegebenen Textfiguren sei namentlich auf die von *A. M. Davies* neu zusammengestellten tektonischen Karten der britischen Inseln aufmerksam gemacht.

In einem Anhang behandelt *John Parkinson* die wesentlich aus kristallinen Gesteinen aufgebauten Kanalinseln Jersey, Guernsey, Alderney, Sark, Herm und Jethou.

Das Heft 21, über Grönland, ist von dem Dänen *O. B. Böggild* verfaßt. Eine geologische Beschreibung von Grönland ist eine besonders schwierige Aufgabe, da die Fachliteratur über Grönland weit zerstreut ist, und z. B. wichtige Notizen in den älteren Reiseberichten niedergelegt sind.

Im Gegensatz zu dem oben besprochenen Heft macht die Arbeit über Grönland einen vollkommen in sich abgeschlossenen Eindruck. Da eine geologische Darstellung von Grönland bisher nicht existierte, sei etwas näher auf den Inhalt des Heftes eingegangen.

Der größte Teil von Grönland ist von Inlandeis bedeckt, dessen Form die eines flachen, schwach gewölbten Schildes ist. Das umgebende eisfreie Land ist mannigfaltig gestaltet. Abgerundete Bergformen sind die typische Landschaft Grönlands. Daneben kommt Gebirgsland in alpiner Ausbildung im südlichsten Teil der Insel und Plateauland im Bereich der horizontal gelagerten Formationen vor. Dem Grundgebirge gehören weitverbreitete eruptive und sedimentäre Gneiße, Glimmer- und Hornblendeschiefer, sowie Granite an. Als postarchäische, vielleicht paläozoische Eruptiva gelten die großen Diabaslager, die zusammen mit einem Sandstein, ebenfalls unbestimmten Alters, dem Igaliko-Sandstein auftreten. Bei den paläozoischen Tiefengesteinen handelt es sich um größere und kleinere Batholite aus Granit, Syenit und Nephelinsyenit. Eruptivgänge sind in dem Igaliko-Sandstein und in den Batholiten in großen Mengen vorhanden. Von paläozoischen Sedimenten ist marines gefaltetes Kambrium und Silur aus dem nordwestlichsten Grönland und aus den inneren Teilen von Kaiser-Franz-Josephs-Fjord bekannt; im letzteren Gebiet findet sich auch horizontal gelagertes Devon in Old-Red-Fazies. Karbon mit unterkarbonischen Pflanzen und noch nicht näher untersuchten Brachiopoden wird aus dem äußersten Nordwesten beschrieben. Trias und Jura kommen an manchen Stellen Ostgrönlands vor. Reiche Floren aus dem Rhät und Faunen aus mittlerem Dogger, Callovien und Portland sind von Jameson Land (im Scoresby-Sund) beschrieben. Die Kreideformation findet sich in Ostgrönland spärlich, vor allem am Aucellenberg auf der Insel Koldewey, durch das Auftreten zahlreicher Aucellen als Neokom charakterisiert. Eine größere Verbreitung besitzt die westgrönländische Kreideformation, die durch ihren Reichtum an Pflanzenversteinerungen neokomen, cenomanen und senonen Alters berühmt geworden ist. Die Hauptmasse des Tertiärs besteht aus Basalten mit einer Gesamtmächtigkeit bis zu 2000 m; bekannt ist der grönländische Basalt durch seinen Gehalt an gediegenem Eisen (Disko). Tertiäre Sedimente kommen zusammen mit den Basalten an manchen Punkten vor. Die Hauptverbreitungsgebiete des Tertiärs liegen in Westgrönland auf der Insel Disko und den Halbinseln Nugsuak und Svartenhuk, in Ostgrönland in einem großen Raum nördlich des Scoresby-Sundes. Quartäre Bildungen spielen in Grönland eine untergeordnete Rolle.

Die geologische Geschichte des Landes läßt sich nur in groben Zügen andeuten. Grönland ist zweifellos eines der ältesten Länder der Welt, dessen Hauptmasse in postarchäischer Zeit niemals von Meeren überflutet worden ist. Die stattgehabten Transgressionen und Regressionen haben jeweils nur verhältnismäßig kleine Gebiete betroffen. In kambrisch-silurischer Zeit erfolgte in Nordwestgrönland eine bedeutendere Transgression, deren Richtung jedoch nicht festzustellen ist. Im Devon war Grönland ein Teil des alten roten Nord-Landes. Im Oberkarbon fand eine aus NO kommende Transgression statt; eine direkte Meeresverbindung mit Spitzbergen ist anzunehmen. Im Perm, Trias und Lias sind Transgressionen nicht bekannt. Die Übereinstimmung der rhätischen Flora Grönlands mit der von Schonen macht eine Landverbindung zwischen Grönland und Europa wahrscheinlich. Hingegen machen sich im mittleren Dogger, Callovien und Kimmeridge bedeutende Transgressionen bemerkbar. Eine Oberkreide-Transgression ist in Ostgrönland nachweisbar, ebenso wie eine alttertiären Alters. Darauf folgte eine Landhebung, die nicht ganz bis zum heutigen Tag angehalten hat. Gegenwärtig ist das Land in langsamer Senkung begriffen, deren Betrag etwa 1—2 m im Jahrhundert ausmacht. Grönland als Ganzes ist als Horst aufzufassen, der durch Bruchlinien von den umgebenen Meeren getrennt ist. Postarchäische Faltungen sind in Grönland nur von geringer Bedeutung; ihr Alter ist postsilurisch.

Unter dem Kapitel „orographische Elemente" werden folgende in orographischer und geologischer Hinsicht zusammenhängende Gebiete kurz besprochen: 1. Das südliche Grönland, die Region der Batholithe, mit ausgeprägt alpiner Oberflächengestaltung; 2. das südliche Grundgebirgsgebiet der Westküste, vom 61. bis 70.° n. Br. reichend, ein einförmiges Gebiet aus Grundgebirge mit rundlichen Bergformen; 3. das Basaltgebiet der Westküste, ein ausgesprochenes Plateauland; daran schließt sich nördlich 4. das nördliche Grundgebirge der Westküste, in Bau und Form dem südlichen Grundgebirge gleichend; 5. die Sandsteinplateaus im Norden, ein westliches und östliches Gebiet umfassend; 6. die Faltungszone des äußersten

Nordens; die Faltungsachse dieses aus gefalteten und gepreßten Sedimenten bestehenden Gebirges, das mancherorts alpinen Charakter zeigt, streicht OSO—WNW; 7. das Grundgebirge des Nordostens, die Ostküste Grönlands zwischen dem 81. und 76.° n. Br. umfassend; 8. das Schollenland der Ostküste bis zum 68.° n. Br. herunterreichend, geologisch der abwechselreichste Teil des Landes, in dem zugleich alle möglichen Landschaftstypen vertreten sind. Nach dem Innern aus Grundgebirge bestehend, wird es am Außenrand von Sedimenten verschiedensten Alters und von den tertiären Basalten gebildet. Mächtige Fjorde umschließen das an vielen Stellen breite, eisfreie Küstenland.

Von den technisch verwendbaren Mineralien Grönlands ist am bekanntesten das Kryolithvorkommen von Ivigtut im Gneisgebiet des Südens; die Produktion betrug im Jahre 1914 etwa 13 800 Tonnen. Außerdem ist noch eine Kupfermine bei Alangorsuak, südlich Ivigtut, im Betrieb, sowie die staatliche Braunkohlenmine bei Karsuarsuk an der Nordseite von Nugsuak; letztere produziert jährlich 1500 Tonnen. Eine größere Bedeutung dürften in Zukunft die Graphitvorkommen erlangen.

Die der Arbeit beigegebenen geologischen Karten tragen zum Verständnis der Ausführungen wesentlich bei. Ein genaues geologisches Literaturverzeichnis beschließt die sehr sorgfältige Abhandlung.

Cl. Leidhold, Straßburg i. Els.

Sapper, K., Beiträge zur Geographie der tätigen Vulkane. Zeitschrift für Vulkanologie III. Berlin, Dietrich Reimer, 1917, S. 65—197.

Schon in seinem Katalog der geschichtlichen Vulkansausbrüche (vgl. Naturwissenschaften V, 1917, S. 239—240) hatte Verfasser verschiedene allgemeine, auf den Vulkanismus bezügliche Fragen behandelt, ohne aber die wichtige geographische Verbreitung der Vulkane eingehender behandeln zu können. Dies holt er in der neuen Arbeit nach und bietet allen künftigen vulkanologischen Arbeiten eine breite, bisher fehlende Grundlage. Zunächst werden die mancherlei Schwierigkeiten dargelegt, die sich einer derartigen Arbeit entgegenstellen mußten. Dann bespricht *Sapper* die einzelnen Vulkangebiete der Erde, erst der atlantischen und dann der viel aktiveren pazifischen Erdhälfte.

Diese Ausführungen werden durch 15 Karten der Hauptvulkangebiete in großen Maßstäben ergänzt; die Karten behandeln Island, Ostafrika, Samoa mit Tonga und den Kermadekinseln, Kamtschatka, Japan mit den Kurilen, die Philippinen mit den Molukken und Kleinen Sundainseln, Java, den Bismarckarchipel, die Aleuten, die Kleinen Antillen, Mexiko, Guatemala mit Salvador, Nicaragua mit Costarica, das nördliche Südamerika und das südliche Südamerika. Auf allen diesen Karten sind alle tätigen Vulkane in fünf Frequenzstufen samt vielen solfatarisch tätigen und seit Geschichtsbeginn ruhenden Vulkanen eingetragen. Außerdem ist angegeben, ob es sich um Locker- oder Lavaausbrüche erster, zweiter oder dritter Größe vor oder nach 1701 handelt. Durch diese zwölf verschiedenen Zeichen geben die Karten ein recht anschauliches Bild von der Art und Größe der vulkanischen Tätigkeit der einzelnen Länder. Dabei zählt die japanische Karte 165 Vulkane auf, die Karte des südlichen Südamerika 202 Vulkane und Lavadecken, darunter 24 tätige Berge.

Den größten Teil der Arbeit bilden aber allgemeine Zusammenstellungen der vulkanologischen Daten. Zu welchen Folgerungen *Sapper* in bezug auf die Anordnungsdichte, Frequenz, Art der Förderung und Förderungsleistung der Vulkane gekommen ist, haben wir schon bei der Besprechung seines Vulkankataloges (siehe oben) besprochen. In dieser Arbeit werden aber seine Ausführungen durch drei Erdkarten noch besonders veranschaulicht. Die erste zeigt die Anordnungsdichte in drei Stufen. Die höchste Dichte zeigen Island und die Gazellehalbinsel (ein tätiger Vulkan auf 25 km), Guatemala und Salvador (35), Nicaragua (45), Sangi-Reihe, Minahassa, nördliche Molukken, Neuseeland, Costarica (50), Java (55), Kiwu bis Albert-Edward-See, Ecuador (70), Mandschurei (75), Kamtschatka, Fujizone Japans, Tonga, Kleine Antillen (80), Juan Fernandez, Kurilen (90), Italien, Kleine Sundainseln (95), Jan Mayen, Riukiu, Kermadec, Peru mit Bolivia (100). Dagegen beträgt der Vulkanabstand in Niederkalifornien 1250, in Guinea 1200, bei den Maskarenen und bei Südarabien 900 km.

Die zweite Karte ist der Ausbruchsfrequenz gewidmet und unterscheidet Vulkangebiete und Einzelvulkane in vier Stufen. Mehr als 100 Ausbruchseinheiten haben seit 1801 aufzuweisen Hawaii (102), Kleine Sundainseln, Viktorialand (114), Marianen (115), Guatemala (>150), Ecuador (>152), Italien (258), Java (301), Neue Hebriden (350). Diese hohen Zahlen kommen hauptsächlich durch ständig tätige Vulkane zustande, wie den Komba nordöstlich von Flores (seit 1847), den Erebus, den Urakas auf den Marianen, den Izalco in Guatemala, den Sangay, den Stromboli, den Smeroe auf Java, sowie Tinakula, Ambrym und Tanna in der Zone der Neuen Hebriden. Im ganzen ergeben sich ohne die Nachträge für die 114 Beobachtungsjahre 2479 Ausbruchsjahre.

Die dritte Karte stellt endlich die vulkanische Förderleistung seit 1701 dar, für Gebiete wie für Einzelvulkane. Mehr als 1 cbkm Förderleistung finden wir in ziemlich vielen Vulkangebieten, wie Sumatra, Java, den Kleinen Sundainseln, Bismarckarchipel, Samoa, Neuseeland, Hawaii, Luzon, Riukiu, Japan, Kamtschatka, Aleuten, Guatemala, den Kleinen Antillen, Ecuador, Island, den Kanarien, Italien, Innerafrika, den Komoren und den Maskarenen. Am größten war die Massenförderung 1815 am Tambora (150 km³), 1835 am Coseguina (50 km³), 1883 am Krakatau (18 km³), 1783 an der Lakispalte in Island (15 km³), um 950 an der Eldgja in Island (9 km³), 1902 beim Sta. Maria in Guatemala (5 km³), 1875 an der Askja (3—4 km³), 1829 am Kljutschew auf Kamtschatka (3½ km³). Im ganzen zählt *Sapper* 19 Ausbrüche mit mehr als einem km³ Förderung auf, wozu 18 weitere von vermutlich gleicher Größe kommen.

In weiteren Kapiteln behandelt *Sapper* zunächst die Individualität der einzelnen Vulkangebiete und weist auf die offenbare gegenseitige Abhängigkeit gewisser Vulkane hin, wie bei den Kanaren, in der ägäischen Zone, beim Ätna und Vesuv, Cotopaxi und Pichincha, Kljutschew und Schiwelutsch, in Mittelamerika, auf den Philippinen beim Awoe und Jolo, in Japan beim Asamayama und Iwodake. Hierin zeigen die Systeme deutlich Einheitlichkeit auf.

Die Tätigkeit der Vulkane schwankt oft in hohem Maße. Die Vulkane, deren Tätigkeit auf längere Zeit hinaus geschichtlich zu verfolgen ist, lassen die Erkenntnis zu, daß bei vielen Feuerbergen häufigere Tätigkeit in großen Wellen wiederkehrt und daß außerdem ein Spiel kleinerer sekundärer Wellen erhöhter Tätigkeit darüber hinwegläuft. Man hat nun die Ausbruchsperioden zu den

Sonnenfleckenschwankungen in Beziehung zu setzen gesucht. Ausbrüche sollen zur Zeit der Fleckenminima stattfinden, nach anderen Listen zu der der Maxima. *Sapper* untersucht nun die Zeit von 1749 bis 1914 und findet in dieser Zeit 17 verschiedene Häufigkeitsperioden von 6—12 Jahren Länge bei nur 15 Sonnenfleckenperioden. Ein kausaler Zusammenhang zwischen beiden kann also nicht festgestellt werden. Immerhin ist ein gewisser Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen nicht ganz ausgeschlossen. Auch für die Riesenausbrüche läßt sich aber keine besondere Gesetzmäßigkeit herauslesen. Die oft behauptete Einwirkung von Vulkanausbrüchen auf das Klima wird in einem letzten Kapitel untersucht. Die Kohlensäuremenge der Luft könnte nur infolge von zahlreichen Riesenausbrüchen im Sinne von *Arrhenius* und *Frech* wirksam schwanken. Eher könnte die mechanische Trübung der Atmosphäre wirksam sein, wenn Feinstaubmassen bis in die Stratosphäre hinaufgelangen. Dies wird aber selbst bei Riesenausbrüchen durchaus nicht immer der Fall sein. Ein Zusammenhang mit den elfjährigen Temperaturschwankungen ist jedenfalls ausgeschlossen, dagegen könnte die Trübung leichte Abkühlungen hervorbringen, die sich über einzelne Zonen oder auch über die ganze Erde erstrecken, letzteres, wenn die Ausbrüche in den Tropen erfolgen. So könnte schließlich auch die Eiszeit durch diese Ursache bedingt sein, doch bedarf die Frage noch weiterer Untersuchung. Ein ausführliches Literaturverzeichnis ermöglicht es, sich über die einzelnen Vulkangebiete genauer zu unterrichten.

Th. Arldt, Radeberg.

Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Herausgegeben v. d. preuß. Landesanstalt für Gewässerkunde. Abflußjahr 1912 und 1913. Je 1 Bd. in 4°, bestehend aus einem „Allgemeinen Teil" und 6 Heften für die einzelnen Stromgebiete. Berlin, E. S. Mittler u. Sohn, 1916.

Die beiden Bände bilden im wesentlichen eine Fortsetzung der Wasserstatistik für Norddeutschland, über deren Inhalt und wissenschaftliche wie wirtschaftliche Zwecke in dieser Zeitschr., Jahrg. 1916, Heft 20, S. 264/65 ausführlich berichtet ist. Der Krieg hat einige Einschränkungen erfordert; so sind u. a. die Nachweisungen über die ausgeführten Grundwasserstandsbeobachtungen fortgefallen. Aus den die Bände einleitenden Geschäftsberichten geht jedoch hervor, daß die Landesanstalt für Gewässerkunde auch diesen immer wichtiger werdenden Zweig der Gewässerkunde weiter entwickelt hat.

In den Berichtsjahren 1912 und 1913 wirkte die Dürre des Sommers 1911 noch stark nach, zumal die Niederschläge großenteils wieder erheblich unter dem Durchschnitt blieben. Im Havelgebiet haben die Wasserstände erst 1915/16 die Höhe wiedererlangt, die sie in den einzelnen Jahreszeiten durchschnittlich zu besitzen pflegen. Unser bisheriger Talsperrenbau hat, soweit er eine Ausgleichung der Wasserführung bezweckte, gewöhnlich nur auf die Ausgleichung zwischen der wasserreichen Winter- und der wasserarmen Sommerhälfte des Einzeljahres hingearbeitet. Im Zentralbl. d. Bauverwaltg. 1917, Nr. 79 und 1918, Nr. 19 ist jetzt von *Link* und *Soldan* untersucht worden, welche Wassermassen aufgespeichert werden müssen, um auch den Bedarf mehrjähriger Trockenzeiten zu decken. „Eine gewisse Vorratwirtschaft wird auch bei den bestehenden Talsperren betrieben, indem sie nur in sehr trockenen Jahren ganz geleert werden. In der Regel werden sie aber in jedem Winter bis zu der zulässigen Höchstgrenze gefüllt, und es geht in feuchten Jahren regelmäßig eine recht beträchtliche Wassermenge verloren." Man sollte sie aber möglichst so anlegen, daß überhaupt kein Wasser ungenutzt abfließt. Der Beckeninhalt wird im Verhältnis zum mittleren Jahresabfluß also wesentlich größer als bisher zu wählen sein. Das Verhältnis ändert sich aber von Stromgebiet zu Stromgebiet mit den Schwankungen des Abflusses, die aus den Jahrbüchern für Gewässerkunde ersichtlich sind.

Karl Fischer, Berlin-Friedenau.

Heim, Alb., Geologie der Schweiz. *3. und 4. Lieferung.* Leipzig, Chr. Herm. Tauchnitz, 1917. Gr. 8°. S. 197 bis 384, 31 Textfig. u. 18 Taf. Preis je M. 6.—.

Die Lieferungen enthalten das *Diluvium*, insbesondere des tertiären Molasselandes. Im Pliocän erfolgte die Haupterhebung von Alpen und Jura und zugleich ein großer Abtrag, wodurch das Mittelland zu einer Peneplain eingeebnet wurde. Aufschüttungen aus dieser Zeit sind gering; außer dem Ponteganakonglomerat im südlichen Teil des Kantons Tessin sind die Sundgauschotter westlich Basel als Zeugen eines O—W gerichteten Urrheins bekannt. Das Diluvium umfaßt Erscheinungen der *Eiszeit*. Sie erscheint nicht einheitlich, sondern jedenfalls in vier durch *Gutzwiller* und *Penck* festgestellten Perioden mit drei Interglazialzeiten. Zum voraus werden Zeugen der Eiszeiten besprochen: Gletscherschliffe, Gletschertöpfe, erratische Blöcke, Moränen inkl. Drumlins, Ländertone, dann Quelltuffe, Löß, Schutthalden und Bergstürze, Schieferkohlen der Interglazialzeiten. Mit den Endmoränen sind Schotter verknüpft im sogenannten Uebergang-kegel. Sie gestatten insbesondere in Verbindung mit Erosionstiefen und besonders der interglazialen Gebilde die 4 Eiszeiten zu bestimmen. Die Karte des Verbreitungsgebietes von sechs diluvialen Gletschergebieten zeigt am besten die großen Fortschritte, welche seit 1847 in der Erforschung des Quartärs gemacht wurden, da *A. Escher v. d. Linth* den ersten Versuch einer kartographischen Darstellung gemacht hat. Sehr instruktiv ist die vergleichende Tabelle über die Phasen der letzten oder Würmvergletscherung von deren Maximalstand über die Rückzugsstadien und Schwankungen bis hinter die großen Talseen zu den frischen Moränen des Gschnitz- und Daunstadiums im Innern der Alpen. Eine Spezialkarte über die Scharung der Wallmoränen der letzten Eiszeit bis zum Bühlstadium vom Sempachersee bis Stein a. Rhein samt Tabelle stellen die Verhältnisse sehr klar dar. Eine ausführliche Besprechung erfahren die Schotter: höherer und tieferer Deckenschotter, dann Hochterrassen- und Niederterrassenschotter. Sie lehrt, wie notwendig eine zusammenfassende Untersuchung des heutigen Tatbestandes ist, wie sie allein sichtend, abklärend und zu neuen Fragen anregend wirken kann. Der Vergleich mit *Penck* und *Brückners* „Alpen im Eiszeitalter" ergibt reiche Ergänzungen und Belehrungen. Vor allem zeigen schließlich die lehrreiche stratigraphische Tabelle des gesamten Diluviums des Mittellandes und ausgezeichnete Profile, daß eine lange zweite Interglazialzeit mit Hauptdurchtalung des Landes und Ablagerung des Hochterrassenschotters und des Rinnenschotters eingedeckter Täler das gesamte Quartär in zwei Gruppen zerlegen, in ein älteres mit den zwei Deckenschottern und ein jüngeres mit der größten oder vorletzten und der Wurmgletschung, welche Alt- und Jungmoränen hinterlassen haben. Die ächte Hochterrasse stellt nach *Heim* im

Gegensatz zu den „Alpen im Eiszeitalter" nicht Schotter der dritten Eiszeit, der Rißvergletschung dar, sondern ist jünger als der tiefere Deckschotter, älter als die dritte oder Hauptvergletschung, welche ihre Moränen und Schotter größtenteils außerhalb der Schweiz ablagerte und die vielleicht in der Mittelterrasse von *Steinmann* u. a. zu suchen sind. Diese Darstellung muß zu vermehrten einschlägigen Beobachtungen anregen.

Nicht weniger als 40 Seiten sind der Oberflächengestaltung des Molasselandes gewidmet, d. h. der eiszeitlichen Umformung des Landes durch Klimaschwankungen, Verwitterung, Eis, Wasser als Schmelz- und Flußwasser. Eine Fülle von Fragen kommen in Wort und Bild zur Behandlung. Nebst der Verfolgung der Tiefenerosion in Tälern seit der prädiluvialen Peneplain, welche beispielsweise bei Zürich bis 650 m beträgt und in der zweiten Interglazialzeit am kräftigsten war, treten in den Vordergrund die vergleichende und kritische Untersuchung der qualitativen und quantitativen glazialen und fluvialen Erosion und der Entstehung der alpinen Randseen. In eifriger Sprache tritt der Verfasser der in den „Alpen im Eiszeitalter" gegebenen Auffassung entgegen, beinahe in gleicher Disposition und mit denselben Argumenten wie in seiner 1885 frisch geschriebenen „Gletscherkunde". Für die Bildung der Seebecken durch Einsenkung des Alpenkörpers wird der interglaziale fluviale (oder fluvioglaziale?) Hochterrassenschotter als neues Beweismaterial verwertet. Auf Einzelheiten kann hier nicht eingetreten werden. Man wird dem Autor beistimmen, wenn er Übertreibungen zurückweist und namentlich betont, daß wir die diluvialen Vorgänge heute noch nicht ausreichend kennen und daß die Natur in denselben Rahmen recht komplizierte Erscheinungen einschließt. Zweifellos sind aber seit 1885 allgemein wichtige Ergebnisse erzielt worden, an denen man nicht vorbeigehen kann und wird die Besprechung dieser Spezialfrage auch zur Umwertung mancher angeführten Belege und zur Gegenkritik Anlaß geben. Disposition, Diktion und vorzügliche Illustrationen zeichnen die neuen Lieferungen in gleichem Maße aus wie die früheren. *J. Früh, Zürich.*

Entomologische Mitteilungen.

Die Wirkung der Winterkälte 1917 auf das Insektenleben. Es hat wohl in früheren Jahren, wie 1871 oder 1893, noch erheblich tiefere Temperaturen als im vergangenen Jahre gegeben, jedoch hielten diese Kälteperioden nie sehr lange an, während 1917 die ersten 4 Monate andauernd die höchsten Kältegrade aufwiesen. Es ist nun mehrmals die Meinung vertreten worden, als hätte diese große Kälte dem Insektenleben schwer geschadet. Daß diese Annahme nicht berechtigt ist, ergeben die Untersuchungen *Otto Meißners* (Potsdam), die er in der *Internationalen Entomologischen Zeitschrift* (11. Jahrg. 1917, Nr. 8) veröffentlicht: Unter den *Schmetterlingen* haben nach seinen Erfahrungen von den überwinternden Tagfaltern die Weißlinge und die Zitronenfalter nicht gelitten, ihre Flugzeit verzögerte sich allerdings um einen ganzen Monat, von Ende März auf Ende April. Auch die Frühjahrsfrostspanner erschienen erst im April. Unter den *Käfern* hatte *Meißner* Gelegenheit, ein Flugjahr beim Maikäfer zu beobachten (auf dem Telegraphenberge bei Potsdam): Die Zahl der Schädlinge — es handelte sich dabei nicht um den gewöhnlichen Maikäfer (*Melolontha vulgaris L.*), sondern um den Roßkastanien-Maikäfer *M. hippocastani F.* — war nicht geringer als in den früheren Flugjahren; auch hier äußerte sich die Wirkung des strengen Frostes lediglich in einer geringfügigen Verspätung der Erscheinung. Auch die Käfer, welche als Imagines überwinterten, wie z. B. die *Coccinelliden* (Marienkäferchen), waren kaum seltener als in früheren Jahren. Unter den *Hautflüglern* haben die Hummeln den Winter ebenfalls gut überstanden, auch sie erschienen nur nicht so zeitig wie sonst. Unter den *Zweiflüglern* konstatiert *Meißner* vor allem die große Stechmückenplage (*Culex pipiens L.*), wie sie um Potsdam auch in diesem Jahre wieder herrschte und wohl in dem nassen Sommer 1916 ihren Grund hatte. Schon im Herbst 1916 war ja die Zahl der Überwinterungsschlupfwinkel suchenden Mücken eine sehr große. Die *Geradflügler* überstanden die Kälteperiode ebenfalls sehr gut: sowohl Heuschrecken wie Libellen waren in diesem Jahre nicht seltener als sonst. Unter den *Schnabelkerfen* endlich führt *Meißner* zum Beweise ihres guten Überdauerns die Feuerwanzen (*Pyrrhocoris*) an, die in diesem Frühjahr in gewohnter Weise ihren Lieblingsbaum, die Linde, befielen. Auch die Wasserwanzen zeigten sich häufig. Unter den Blattläusen hat nach seinen Erfahrungen eine Art, die als Imago an Erdbeerblättern überwinterte, schwer gelitten (was bei der zarten Beschaffenheit dieser Insektengruppe nicht verwundern kann); Schildläuse dagegen, die ja eines weit größeren Schutzes sich erfreuen, schienen keinen Schaden genommen zu haben.

Geruchs- und Farbensinn bei Tagfaltern. Jeder aufmerksame Naturbeobachter weiß, daß die Mehrzahl der Tagfalter besonders gerne auf lebhaft gefärbte Blüten anfliegen. Um nun zu sehen, ob der Reiz der ♀ auf die ♂ ebenfalls auf dem Farbensinn der Tiere beruht oder ob der Geruchssinn dabei entscheidend wirkt, stellte *Fr. Bandermann* einige Versuche mit künstlichen Faltern an, die er auf Besuchspflanzen der Art steckte (*Societas Entomologica*, XXXII. Jahrg. 1917, Nr. 12, S. 49). Von einem Vertreter der Bläulinge (*Lycaena Icarus*) flog zuerst ein ♀ an, das sich neben das künstliche ♀ setzte, „ein vorbeifliegendes ♂ kehrte um, umflatterte das erstere, das den Hinterkörper nach oben gerichtet hielt und kopulierte sich mit ihm. Hier war also der Duft des ♀ stärker als die Farbe des anderen Falters". Ein künstliches Weibchen des Kohlweißlings (*Pieris brassicae*) wirkte auf die ♂♂ erst dann, als *Bandermann* den Hinterleib eines frisch gefangenen ♀ an dem Papiermodell abrieb. Erst dann ließen sich die ♂♂ täuschen: „denn bald kam ein ♂, tändelte hin und her und versuchte die Vereinigung". An einem künstlichen Nesselfalter, auch kleiner Fuchs genannt (*Vanessa urticae*), flogen die ♂♂ achtlos vorüber. Aus den Versuchen *Bandermanns* läßt sich wieder der Schluß ziehen, daß bei den Tagfaltern der Geruchssinn bei der Vereinigung der Geschlechter eine größere Rolle spielt als der Farbensinn.

Die Ausbreitung der argentinischen Ameise in der Kapkolonie und ihr Einfluß auf die einheimische Ameisenfauna. Während die berüchtigte *kleine gelbe Hausameise* (*Monomorium Pharaonis L.*) schon seit mehreren Jahrhunderten von Ostindien aus durch den Handelsverkehr in alle Weltteile verschleppt worden ist, wo sie vor allem in den großen Städten sich eingenistet hat, wurde erst vor wenigen Jahrzehnten eine südamerikanische Ameisenart, die *„argentinische Ameise"* (*Iridomyrmex humilis Mayr.*) in andere Welt-

teile übertragen. Ihr Siegeszug auf den Kulturstraßen der Menschheit hat sich sehr rasch gestaltet, er zeichnet sich dadurch vor allem aus, daß sich dieser Eindringling nicht nur mit der Besiedlung der Häuser begnügte, sondern auch überall in der freien Natur sich breit gemacht hat. Über ihr neuerliches Eindringen in der Kapkolonie berichtet der bekannte Ameisenforscher *E. Wasmann S. J.* nach brieflicher Mitteilung, die ihm von Dr. *Hans Brauns* (Willowmore) geworden sind (*Entomologische Mitteilungen* Bd. *VI*, 1917, Nr. 416). Wahrscheinlich mit Futtervorräten eingeschleppt, welche die Engländer während des Burenkrieges aus Argentinien bezogen hatten, war diese Ameise bereits im Jahre 1908 in der Kapkolonie lästig aufgetreten; der ungebetene Gast breitete sich dann allgemein so weit aus, daß eine merkliche Veränderung der einheimischen Ameisenfauna durch sein Erscheinen zu verspüren war. *Die einheimische Ameisen- und Termitenfauna wurde Schritt für Schritt mitsamt ihren Gästen von der argentinischen Ameise vernichtet.* Während in früheren Jahren die beiden Ameisenarten *Pheidole* und *Plagiolepis* in der Umgebung von Kapstadt häufig waren, konnte es Dr. *Brauns* im Herbst 1916 — nachdem sich die argentinische Ameise also etwa 8 Jahre in der Kapstadter Gegend eingenistet hatte — nicht mehr gelingen, die beiden Arten und ihre Gäste (Käfer aus der Familie der *Fühlerkäfer* oder *Paussiden*) irgendwo zu entdecken. Wo immer er sein Glück versuchte, überall fand er nur die kleine fremde Ameisenart, die sich auf Kosten der heimischen Ameisenfauna so breit gemacht hatte. Es wäre interessant, wenn es Dr. *Brauns* glücken würde, unter den Ameisengästen eine Art zu finden, welche sich der neuen Ameisenbesiedelung anzupassen vermocht hätte. *Wasmann* sagt sehr zu Recht, daß die Verschleppung der argentinischen Ameise ein „Experiment großen Stils über die ‚internationalen Beziehungen der Ameisengäste' darstelle, das von der Natur angestellt wurde".

Eine Ameise als Gemüseschädling. Von Beschädigungen, welche eine Ameisenart (*Tetramorium caespitum L.*) am Rotkraut anrichtete, berichtet Dr. *W. Trautmann* (Nürnberg) in der *Internationalen Entomologischen Zeitschrift* (11. Jahrg. 1917, Nr. 11, S. 104). Die Ameisen nagten, etwa 5—6 cm unter der Erdoberfläche, die ganze Rinde der Pflanzen ab. Die Beschädigungen waren derart, daß die Rotkrautpflanzen nach kurzer Zeit eingingen. Dr. *Trautmann* bekämpfte die Tiere zuerst mit Kalklösung, ohne freilich einen Erfolg damit zu erzielen. Als dann die ca. 150 Nester der Ameisen, die auf Wegen und in lichten, sonnigen Grasstellen angelegt waren, mit konzentrierter Cyankaliumlösung überschüttet wurden, hörte die Plage auf, und die Brassicaarten konnten sich wieder voll entwickeln.

Biologische Beobachtungen an der Cicindelenlarve. Den Untersuchungen *Hanns von Lengerkens* über die Lebensweise der Sandlaufkäfer, über die ich an dieser Stelle berichtet habe[1]), folgen nunmehr Studien Dr. *Robert Stägers* über die Lebensweise ihrer Larven (*Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1917*). Die Larven der *Cicindelen* führen ein räuberisches Leben, sie hausen dabei in Röhren, die sie sich im Sande bauen. Nicht jeder Sand ist ihnen dabei genehm, ein gewisser Feuchtigkeitsgehalt und etwas Pflanzenwuchs, der das Vorhandensein eines reichen Kleintierlebens sichert, ist für sie Bedingung. Dr. *Stäger* hat nun seine Aufmerksamkeit vor allem der Frage gewidmet, wie die Cicindelenlarve ihre Röhren herstellt. Es fiel ihm auf, daß sich am Röhrenrande niemals jene kleinen Schuttwälle vorfinden, wie sie z. B. die Röhren mancher Grabwespen auszeichnen. Beobachtungen, die *Stäger* seit 2 Jahren darüber angestellt hatte, haben ihn gelehrt, daß die Larve wohl anfänglich mit den Vorderfüßen und Kiefern den Sand zur Seite schaufelt, und auch wohl mit ihrem schaufelförmigen Kopf manches Material nach außen befördert, daß sie aber bei tieferem Eindringen ihres Körpers in der Erde ihre Taktik gänzlich ändert: sie kommt nicht mehr rückwärts, wie bisher, mit der Kopfladung nach der Röhrenöffnung hinauf, sondern sie schlägt in der begonnenen kleinen Röhre, die immerhin weit genug ist, einen Purzelbaum, und zwar samt der Ladung, und steigt nun kopfvoran auf, um den Abraum am Eingang des Schachtes durch eine Rückwärtsbewegung des Kopfes fest an den Röhrensaum anzudrücken. Nach der Abgabe der Ladung überschlägt sich die Larve neuerdings, steigt kopfabwärts hinunter und das reizvolle Spiel beginnt von neuem. Auf diese Weise erreicht die Larve eine gewisse Festigkeit der Wände in der Röhre, sie erweist sich dadurch als ein recht geschickter Baumeister. Aus dieser biologischen Gewohnheit erklärt sich auch jenes eigenartige Organ, das die Larve in ihrem „Untergesicht" besitzt, einem halbkugeligen Gebilde, das sie auf der Unterseite ihres Kopfes trägt: wie der Gipser mit seinem Reibholz den Verputz an der Wand glattstreicht, so preßt die Larve mit ihrem „Untergesicht", dessen Bedeutung man sich bisher gar nicht erklären konnte, das herausgearbeitete Schuttmaterial an die Röhrenwand und streicht es glatt. Die Larven obliegen der Jagd auf ihre Beutetiere, durch die sie manchen Nutzen stiften, niemals außerhalb ihrer Röhre; auch hierüber konnte Dr. *Stäger* belangreiche Beobachtungen anstellen: der Kopf der Larven weist eine stark verhornte Partie auf, die mit dem Brustsegment eine Art Schild bildet. Diesen Schild hält die Larve, wenn sie in der Röhre in Lauerstellung liegt, nach oben gerichtet. Sobald nun ein Beutetier, sei es eine Spinne, eine Ameise, eine Fliege oder irgendein anderes kleines Insekt, in die Röhre hineingerät, klappt die Larve mit ihrem Schild ganz automatisch heftig an die Röhrenwand an und „schleudert die Beute mit an dieselbe, während oft im gleichen Moment die geöffneten Kiefer sie wie mit einer Zange fassen". Diese Vorgänge (Klappreflex) erinnern in mancher Beziehung an die Verhältnisse bei dem Insektenfang-Schleuderreflex des Ameisenlöwen. Der Kampf der Larve mit ihrem Opfer, zumal wenn es sich um ein kieferbewehrtes Insekt, wie etwa um eine Ameise, handelt, gestaltet sich oft sehr dramatisch; immer aber bleibt die Larve als die Siegerin auf der Walstatt. Die Beute wird dann enthauptet und durch die Mundteile ausgesogen. Nur die frische Leibesflüssigkeit zuckender Opfer dient den Larven als Nahrung, tote Beute nehmen sie nicht an. Die ausgesogenen Chitinüberreste der verspeisten Beutetiere werden aus der Röhre hinausgeschafft.

H. W. Frickhinger, München.

[1]) Vgl. „Die Naturwissenschaften" 5. Jahrg., 1917, Heft 26, S. 441.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Annalen der Physik; Nr. 14, 1917.

Die Dielektrizitätskonstante fester Körper bei verschiedenen Wellenlängen; von *Robert Jaeger.* (Auszug aus der Berliner Dissertation.) In der Literatur finden sich verschiedene Arbeiten, auf Grund deren behauptet wurde, daß die Dielektrizitätskonstante mancher festen Isolatoren im Gebiet der Hertzschen Wellen und größeren Wellenlängen starken Änderungen unterworfen sei. Dies steht im Widerspruch mit Versuchen von Herrn *Rubens* und würde auch mit der Debyeschen Theorie, welche für feste Körper keine Dispersion zuläßt, nicht in Einklang stehen. Daher wurde die Dielektrizitätskonstante einer größeren Anzahl Kristalle und amorpher Körper, insbesondere Glas, für die Schwingungszahlen $\nu = 3 \cdot 10^7$, 10^7, 10^6, 10^5 und 250, teilweise nach 2 Methoden, verglichen, ohne daß in diesem Bereich innerhalb der Versuchsfehler sichere Anzeichen normaler oder anormaler Dispersion festzustellen waren. Außerdem wurde als Grundlage zu einem Teil der Untersuchungen die Kirchhoffsche Formel für Plattenkondensatoren einer eingehenden experimentellen Prüfung unterzogen.

Zur Optik der Reflexion von Röntgenstrahlen an Kristallstrukturflächen II.; von *H. Seemann.* Scharfe Röntgenspektrallinien können nur von homozentrischen oder astigmatischen Strahlenbündeln entworfen werden. Sie sind im ersteren Falle Kegelschnittbogen (Photogramm), deren Kegelspitzen im Zentrum des Bündels (Diaphragma oder kurze Schneide) liegen, im letzteren Schnittkurven einer Regelfläche, die durch Gleiten einer gegen eine Ebene konstant geneigten Geraden an zwei sich kreuzenden Leitlinien (den gekreuzten Spalten) entsteht. Bündel, die durch einen Spalt ausgeblendet werden, geben einseitig unscharfe Linien, deren Unschärfe für praktische Fälle berechnet wird. Eine Röntgenröhre mit ganz metallischem Entladungsraum für stärkste Dauerbelastung wird beschrieben, bei der obige Grundsätze zur Erzielung höchster Linienschärfe bei günstigster Intensitätsausnutzung (streifend von der Antikathode ausfallende Strahlung Photogramm: Lochkamerabild der allseitig strahlenden Antikathode einer Coolidge-Röhre) angewandt wurden.

Bemerkungen über die geschichtete positive Glimmentladung; von *Paul Neubert.* Im Anschluß an zwei Arbeiten des Herrn *Stark* über die Wasserstoffspektren werden die verschiedenen Ionenkonzentrationen und Spektren in der geschichteten positiven Glimmentladung besprochen. Mit Zuhilfenahme einer zweiten Ionisationsspannung des H_2 werden dessen verschiedene Schichtsysteme erklärt. Bei Annahme von zwei Ionisationsspannungen und einem jeder Ionenart charakteristischen Spektrum lassen sich dann qualitativ alle Schichtungen, soweit sie untersucht sind, erklären, sofern man die Rolle elektronegativer Gase bei der Schichtung beachtet.

Nr. 15, 1917.

Die Drudesche Dispersionstheorie vom Standpunkte des Bohrschen Modells und die Konstitution von H_2, O_2 und N_2; von *A. Sommerfeld.* Ähnlich dem Bohrschen Modell der Wasserstoffmolekel besteht die Sauerstoff- bzw. Stickstoffmolekel aus einem Ring von 4 bzw. 6 äußeren, lose gebundenen Elektronen + 2 Kernen, an die der Rest der Elektronen fest gebunden ist. Die Bindung ist anisotrop. Die Drudesche Dispersionstheorie setzt isotrope Bindung der Elektronen voraus. Es wird gezeigt, daß sie einen zu kleinen Wert von e/m ergeben muß. Weitere prinzipielle Ergebnisse ihrer Quantelung bei langsamen Zustandsänderungen und über Paramagnetismus.

Der kritische Weg zur Feststellung der Existenz einer Atomistik der Elektrizität, erörtert an Ölkügelchen; von *Irene Parankiewicz.* Die Verfasserin weist nach, daß auch die an einzelnen größeren Öltröpfchen gemessenen Ladungen zum Teile kleiner sind als das von der Theorie statuierte elementare Quant der Elektrizität $4{,}7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E., und daß die objektive Bestimmung der Vielfachheiten der Ladungen, welche dasselbe Ölkügelchen durch Umladungen hintereinander getragen hat, aus der Einengungsmethode von *Ehrenhaft* und *Konstantinowsky* für das größte gemeinschaftliche Maß dieser Ladungen Werte ergibt, die bedeutend kleiner sind als das elementare Quant. Die Werte Ne (Loschmidtsche Zahl in die Ladung des Einzelpartikels), welche man unter Zugrundelegung der Beweglichkeitsdefinition der Einsteinschen Theorie der Brownschen Bewegung erhält, welche mit der Ladung des Grammäquivalents übereinstimmen müßten, betragen auch bei Ölkügelchen teils nur kleine Bruchteile dieser Ladung, teils weichen sie von den Multiplen $2 \cdot Ne$, $3\ Ne$ . . . bedeutend ab. Die Abweichungen sind dabei bedeutend größer als die statistisch möglichen Fehlergrenzen dies gestatten. Es folgt daher, daß auch aus den Versuchen der Ladungsbestimmungen an Ölkügelchen nach *Millikan* auf die Existenz eines elementaren Quantes der Elektrizität in der von der Theorie vorausgesetzten Größenordnung nicht geschlossen werden kann.

Antwort an Herrn J. Stark; von *L. Vegard.* Der Verfasser hält an seinen früheren Prioritätsansprüchen betreffs der folgenden Gesetze fest: 1. Das „ruhende Licht" der Kanalstrahlen wird überwiegend vom gestoßenen Atom direkt ausgesandt. 2. Ein lichterregender Stoß verläuft, ohne daß hierdurch dem gestoßenen Atom eine translatorische Energie von der Größenordnung der Kanalstrahlenenergie erteilt wird.

Das Magneton als Funktion der Planckschen Konstante; von *Th. Wereide.*

Nr. 16, 1917.

Über den physikalischen Sinn der Relativitätspostulate, A. Einsteins neue und seine ursprüngliche Relativitätstheorie; von *E. Kretschmann.* Der mathematisch-formalen Auffassung der Relativitätspostulate wird eine andere gegenübergestellt, die ihnen einen rein physikalischen Sinn zuerkennt. Nach dieser Auffassung genügt die neue Einsteinsche Relativitätstheorie physikalisch überhaupt keinem, die ursprüngliche dagegen dem weitesten Relativitätspostulate, das unter gewissen allgemeinen Voraussetzungen überhaupt erfüllt werden kann. Das allgemeinste Relativitätspostulat könnte physikalisch nur erfüllt werden, wenn alle kinematischen Naturgesetze statt des — bisher stets angenommenen — bedingten, verneinenden Inhalts einen unbedingt bejahenden besäßen.

Über die thermoelektrischen Erscheinungen als Mittel zur Analyse der metallischen Mischkristalle und über den Ursprung der Thermoelektrizität; von *G. Borelius.* Bei den Legierungen von PdAg, PdAu und PdPt, wo lückenlose Mischkristallbildung vorliegt, bestehen die Kurven der Thermokraft und Peltierwärme im Atomprozentdiagramme aus geradlinigen Stücken, bei deren Schnittpunkte die Atomprozente der Komponenten zueinander in einfachem Verhältnisse stehen. Dieses Verhalten ist wahrscheinlich bei den Mischkristallegierungen recht allgemein und zeigt dahin, daß die mittlere Energie der Leitungselektronen mehr als ihre Konzentration die thermoelektrische Stellung eines Metalles bestimmt.

Über die Abhängigkeit der Refraktion der Gase vom Drucke unterhalb einer Atmosphäre. — I.; von *V. Posejpal.* Die Messung der Refraktion bezieht sich auf die Luft und geschah durch den Jaminschen Interferentialrefraktor in Verbindung mit einem Spektralphotometer. Es wurde mit weißem Lichte und bei der Wellenlänge der grünen Quecksilberlinie gearbeitet. Ein speziell konstruiertes Quecksilbermanometer erlaubte die Drucke durch das Kathetometer, die Druckdifferenzen aber durch das Mikroskop abzulesen. Die Mascartsche Formel $n - 1 = K\,p(1 + \beta\,p)$ wurde als nur in beschränkten Druckintervallen gültig gefunden, β sinkt mit steigendem Drucke anfangs rasch, dann

immer langsamer herab, so daß es unterhalb einer Atmosphäre mehr als sechsmal größer als dasjenige, das sich auf einen Mitteldruck von 10 at bezieht, ist. Die Refraktionskonstante von *Lorenz-Lorentz* sowie diejenige von *Newton-Gladstone* wachsen alle beide ganz erheblich unterhalb einer Atmosphäre. Der als der richtigste für die normalen Druck- und Temperaturverhältnisse geltende Wert der Refraktion wird durch $261{,}67 \cdot 10^{-6}$ angegeben und stimmt vollständig mit demjenigen von *L. Lorenz* (1880) überein.

Nr. 17, 1917.

Die reversible magnetische Permeabilität bei hohen Frequenzen; von *Fritz Erhardt*. Es werden zwei Versuchsanordnungen zur Messung der reversiblen Permeabilität bei hohen Frequenzen bis zu Wechselzahlen von zirka 10^6 beschrieben. In diesem Bereiche ergeben die Messungen die völlige Unabhängigkeit der reversiblen Permeabilität von der Frequenz, wie aus den mitgeteilten Figuren ersichtlich. Dieses Resultat wird dazu benutzt, um molekulartheoretisch eine untere Grenze der Eigenfrequenz der Molekularmagnete festzustellen; diese befindet sich in guter Übereinstimmung mit den von *Arkadiew* gefundenen Werten.

Über die optischen Konstanten und die Strahlungsgesetze der Kohle; von *H. Senftleben* und *E. Benedict*. Die Arbeit enthält Bestimmungen des Brechungsquotienten und Extinktionskoeffizienten der Kohle im sichtbaren Teil des Spektrums. Hieraus und aus Reflexionsmessungen im Ultraroten wird der Verlauf des Reflexionsvermögens mit der Wellenlänge festgelegt und auf Grund hiervon die Form der Strahlungsgesetze der Kohle ermittelt. Die Diskussion dieser Resultate ergibt eine gute Übereinstimmung mit den für die Kohle vorliegenden experimentellen Ergebnissen anderer Autoren.

Zu Herrn Epsteins Bemerkungen über das Nernstsche Theorem; von *Max B. Weinstein*. Der Verfasser zeigt, daß einige Einwendungen gegen seine Ausführungen in den Mitteilungen „über die Wärmeausdehnung der Stoffe und das Nernstsche Theorem" nicht zutreffend sind und stellt das Hauptergebnis dieser Mitteilungen nochmals fest, namentlich mit Rücksicht auf *Plancks* Fassung des Nernstschen Theorems.

Nr. 18, 1917.

Ermittlung des Trägers des kontinuierlichen Spektrums der Wasserstoff-Kanalstrahlen; von *J. Stark, M. Görcke* und *M. Arndt*. Kanalstrahlen im Wasserstoff, nicht solche in Stickstoff und Sauerstoff, bringen ein intensives kontinuierliches Spektrum im Ultraviolett zur Emission. Dessen Intensitätsverteilung ist unabhängig vom Kathodenfall. Sein Träger ist ein bewegter einatomiger Kanalstrahl, es erscheint nämlich wohl an H-Kanalstrahlen in O_2, aber nicht an N_2-Kanalstrahlen in H_2. Alle bis jetzt über es vorliegenden Erfahrungen lassen sich zwanglos auf Grund der Annahme deuten, daß seine Träger das in der Umwandlung begriffene Quantenpaar H+-Atomion-Elektron ist.

Erfahrung und Bohrsche Theorie der Wasserstoffspektren; von *J. Stark*. Durch den Nachweis des ultravioletten kontinuierlichen Wasserstoffspektrums und die Erfahrung über es wird die Bohrsche Theorie des Serienspektrums unhaltbar. Die Aussage dieser Theorie über die Abhängigkeit der Frequenz der Strahlung in einem Raumzeitpunkt von einem späteren Raumzeitpunkt steht in Widerspruch mit der bisher üblichen Denkweise. Ebenso ist das Auftreten von H_2+-Ionen von großer Lebensdauer und einem Spektrum scharfer Frequenz unvereinbar mit jenen Theorien.

Zur Gravitationstheorie; von *H. Weyl*. Der Energie-Impuls-Satz wird als derjenige spezielle Fall des Hamiltonschen Prinzips nachgewiesen, der einer solchen Variation der Zustandsgrößen entspricht, wie sie durch eine unendlichkleine Deformation des vierdimensionalen Weltkontinuums hervorgerufen wird. Vor allem aber wird die strenge Lösung der Einsteinschen Gravitationsgleichungen gegeben für den Fall beliebiger rotationssymmetrischer Verteilung von Massen und Ladungen.

Die Kristallstruktur der Alaune und die Rolle des Kristallwassers; von *L. Vegard* und *H. Schjelderup*. Die Arbeit enthält eine mittelst Röntgenstrahlen vorgenommene vollständige Bestimmung des Raumgitters der Alaune. Das Kristallwasser geht in das Gittergerüst hinein und muß als Konstitutionswasser der festen Form betrachtet werden. Es wird auch die Wasserabgabe bei den Zeolithen untersucht. Die Spektren vor und nach der Abgabe deuten darauf hin, daß auch in den Zeolithen das Wasser in das Gittergerüst eingeht, und daß die Entfernung des Wassers einen Zerfall des Gitters bewirkt.

Nr. 19, 1917.

Die Methode von Martin Knudsen zur Bestimmung des Verhältnisses von Wärmeleitung zu Elektrizitätsleitung der Metalle nebst einigen physischen Konstanten des Wolframs; von *Sophus Weber*. Der stationäre Zustand eines elektrisch erhitzten Drahts wird untersucht und die Wärmemengen, welche durch die Oberfläche und die Enden des Drahtes weggeleitet werden, berechnet. Hierdurch gewinnt man, wenn die Dimensionen des Drahtes richtig gewählt werden, eine einfache Methode zur Bestimmung des Verhältnisses $\frac{K}{\sigma}$. In dieser Weise wird für Wolfram bei 0° C. $K = 0{,}384$ gr. cal/cm grad sek gefunden. Wird der Draht in anderer Weise gewählt, z. B. ein dünnes Band, so gewinnt man eine Methode zur Bestimmung der Totalstrahlung des Metalls. Platin und Wolfram sind bei 0 und 100° C untersucht, und die Theorie von *Asschinasy* wird bestätigt.

Über den Einfluß transversaler Magnetisierung auf den elektrischen Widerstand von Tellur; von *B. Beckmann*. Der Einfluß transversaler Magnetisierung auf den elektrischen Widerstand ist bei einigen Tellurstäbchen gemessen worden, deren spezifischer Widerstand im Intervalle 0,05 bis 0,40 Ohm/cm³ liegt. Die relative Widerstandsänderung ist proportional dem Quadrate der Feldstärke und ist für ein konstantes Magnetfeld approximativ eine lineare Funktion des spezifischen Widerstandes. Der Wechselstrom-Gleichstrom-Effekt in einem Feld von 10 000 Gauß ist bei zwei Stäbchen von der Größenordnung $5 \cdot 10^{-5}$.

Über die Vorgänge in sogenannten Löschfunken; von *V. Pieck*. Eine kritische Durchsicht der einschlägigen Literatur ergibt zwar in experimenteller Hinsicht ein außerordentlich reichhaltiges Material, zur theoretischen Behandlung der Löschfunkenvorgänge indessen finden sich höchstens Ansätze. Besonders erwähnenswert ist in dieser Beziehung eine in der Physikalischen Zeitschrift erschienene Arbeit von *Roschansky*, in der dieser, wohl als erster, der Tatsache Rechnung trägt, daß, wie dies durch *H. Th. Simon* klargelegt worden ist, die oszillatorische Funkenentladung nichts anderes ist, als ein Wechselstromlichtbogen hoher Frequenz. Eine auf Anregung von *Simon* unternommene experimentelle Arbeit von *Masing* und *Wiesinger*, die die Grundlagen zu einer vollständigen Theorie liefern sollte, konnte des Krieges wegen nicht fortgeführt werden. Die vorliegende Dissertation des Verfassers geht von dieser Arbeit aus. Mit Hilfe einer besonders einfachen Schaltung werden die Bedingungen festgestellt, unter denen eine Löschwirkung des Funkens zustande kommt, und es werden zahlenmäßige Vergleiche angestellt, wie sich diese Löschwirkung ändert mit den Versuchsbedingungen, mit Art und Form der Elektroden, Natur und Druck des Gases zwischen ihnen, Funkenlänge, Frequenz und Amplitude der Schwingungen. Da eine Löschwirkung immer dann eintreten kann, wenn sich im Funken zwei Schwingungen verschiedener Frequenz überlagern, wenn also Stromschwebungen auftreten, so werden schließlich noch die Strom- und Spannungskurven eines durch Stromschwebungen erzeugten niederfrequenten Wechselstromlichtbogens oszillographisch aufgenommen. An Hand

des so gewonnenen Materials wird dann eine vollständige Theorie der Vorgänge im Löschfunken gegeben. Es zeigt sich, daß sich alle Vorgänge im Funken zwanglos und befriedigend auf Grund der Simonschen Lichtbogendynamik erklären lassen. Wesentlich für das Zustandekommen der Löschwirkung ist die Höhe der Spannungsspitze, der sogen. Zündzacke in der Spannungskurve des Funkens. Sowie diese bei kleinen Stromstärken höher ist als die im gleichen Augenblick zur Verfügung stehenden elektromotorischen Kräfte, erlischt der Funke. Durch welche Mittel man es erreichen kann, daß diese Zündzacke möglichst hoch steigt, zeigt die Theorie, die durch die Ergebnisse des experimentellen Teils bestätigt wird.

Nr. 20, 1917.

Die Dicke und Struktur der Kapillarschicht; von *G. Bakker*. Die Dicke ξ der Kapillarschicht wird vom Schmelzpunkt bis an die kritische Temperatur berechnet. Bis an die reduzierte Temperatur $\vartheta = 0.9$ wird ein Wert von ca. 1.5 $\mu\mu$ gefunden. Oberhalb $\vartheta = 9.9$ nimmt die Dicke ziemlich schnell zu. Für CO_2 z. B. bei $\vartheta = 0.999$ wird gefunden $\xi = 200$ $\mu\mu$ (ca.). Hiermit kommt als Zahl $\mathfrak{N}$ der Molekelschichten der Kapillarschicht in der Nähe des Schmelzpunkts 2 bis 3 überein, während in der unmittelbaren Nähe der kritischen Temperatur $\mathfrak{N}$ von der Ordnung 300 wird. (Für CO_2 bei $\vartheta = 0.999$).

Nr. 21, 1917.

Untersuchungen von Strahlungseigenschaften einzelner Lichtquellen mit Hilfe objektiver Photometrie; von *Friedrich Conrad*. Mit Hilfe eines Flüssigkeitsfilters, das einen Lichteindruck *objektiv* zu messen erlaubt, wird für einige Lichtquellen die photometrische Ökonomie $= \frac{\text{Flächenhelligkeit}}{\text{Gesamtstrahlung}}$ gemessen und mit berechneten Werten verglichen. Aus der photometrischen Ökonomie werden ferner Schlüsse auf die Temperatur der Sonne sowie auf die Strahlungseigenschaften gewisser Lichtquellen gezogen. Es wird gezeigt, daß unter Benutzung des „mechanischen Lichtäquivalents" Gesamtstrahlung, mittlere räumliche Lichtstärke und „Umsetzungsfaktor" der Lichtquellen nach einer neuen Methode ermittelt werden können.

Nr. 22, 1917.

Zur Quantentheorie des Paramagnetismus; von *F. Reiche*. Es wird ein System magnetischer Molekulardipole *mit freien Drehungsaxen* betrachtet, das der orientierenden Wirkung eines homogenen Magnetfeldes und der desorientierenden Wirkung der Wärmebewegung unterliegt. Mit Hilfe der von *Planck, Sommerfeld, Epstein* und *Schwarzschild* gegebenen Quantenansätze für mehrere Freiheitsgrade wird unter Zugrundelegung der zweiten Planckschen Theorie (Möglichkeit *aller* Zustände im Phasenraum) die Suszeptibilität als Funktion der Temperatur berechnet. Die erhaltene Formel; die für hohe Temperaturen in das Curie-Langevinsche Gesetz übergeht, wird an vier von *Kamerlingh-Onnes* und *Oosterhuis* durchgemessenen Substanzen geprüft. Die Übereinstimmung ist befriedigend.

Untersuchungen über die Wärmeleitungsfähigkeit der Gase I und II; von *Sophus Weber*. In Abhandlung I wird die Methode *Schleiermachers* kritisiert und die notwendigen Korrektionen berechnet. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wärmeleitungsfähigkeit eines Isolators wird angegeben und für Glas verwendet. Durch eine Abänderung der Methode *Schleiermachers* gelingt es, den Einfluß der Strömungen auf die Wärmeleitungsfähigkeit der Gase zu eliminieren. Eine neue Bestimmung laut dieser Methode gibt für CO_2-freie trockene atm. Luft bei 0° $k_0 = 568.0 \cdot 10^{-7}$ gr. cal/cm gradsek. In der Abhandlung II werden laut dieser Methode bei 0° C neue absolute Bestimmungen für H_2, He, Ar, Ne, CO_2, CH_4, N_2O, O_2 und N_2 ausgeführt. Für H_2 wird $K_0 = 416{,}3 \cdot 10^{-6}$ und für He $K_0 = 343{,}3 \cdot 10^{-6}$ gefunden. Gleichzeitig wird der Temperatursprung, γ, untersucht und die Richtigkeit der Formel *Smoluchowskis*, $\gamma = \frac{15}{2\pi} \cdot \frac{2-a}{2a} \cdot \lambda$, wo a der Akkommodationskoeffizient und λ die mittlere freie Weglänge bezeichnet, bestätigt. Zum Schluß wird laut den vorliegenden Bestimmungen die Wärmeleitungsfähigkeit der Gase durch das mechanische Ähnlichkeitsprinzip von *H. Kamerlingh-Onnes* verglichen. Es zeigt sich auch hier, daß Wasserstoff bei niedrigen Temperaturen die innere Energie verliert und mit den einatomigen Stoffen zusammenfällt. Gleichzeitig werden neue Bestimmungen im Temperaturgebiet — 183° C — 100° C für die Wärmeleitungsfähigkeit des Neons mitgeteilt.

Die kinetische Theorie des osmotischen Druckes und der Raoultschen Gesetze. (Zweite Mitteilung); von *G. Jäger*. 1. Ausgehend von der Zustandsgleichung eines verdichteten Gemisches zweier Gase und deren Anwendung auf verdünnte Lösungen wird die Formel für den osmotischen Druck erhalten. 2. Für den Satz: „Eine verdünnte Lösung hat denselben inneren Druck wie das reine Lösungsmittel" wird ein neuer Beweis geliefert. 3. wird eine neue Ableitung für die Dampfdruckerniedrigung und Siedepunktserhöhung verdünnter Lösungen mitgeteilt.

Nr. 23, 1917.

Eine Vergleichung verschiedener Druckwagen; von *L. Holborn*. Es wird eine Druckwage mit frei spielendem Kolben beschrieben, die für die Messung von Drucken bis zu 1000 Atm. bestimmt ist. Ein Vergleich des Instruments mit zwei Stückrathschen Wagen ergibt eine befriedigende Übereinstimmung in den Angaben der beiden verschiedenartigen Systeme.

Elektrische Doppelbrechung in Flüssigkeiten; von *C. Bergholm*. Das Zeichen des Kerrkonstants hängt von der Absorption ab. Die Kerrsche Konstante kann nicht als eine charakteristische Größe der chemischen Struktur betrachtet werden.

Zur Begründung der Kristalloptik; Teil III: Die Kristalloptik der Röntgenstrahlen; von *P. P. Ewald*. Die Lauesche Theorie der Röntgeninterferenzen im Kristall fußt auf der Voraussetzung, daß die Ladungen (Dipole) des Kristalls schwingen, als würden sie allein durch den Primärstrahl angeregt. In Wirklichkeit wirken auch die schon abgespaltenen oder im Entstehen begriffenen Interferenzstrahlen schwingungserregend. Die Berücksichtigung dieses Umstandes führt zu einer dynamischen Theorie der Fortpflanzung der Röntgenstrahlen in Kristallen, die in engem Anschluß an die Begriffe und Methoden der Kristalloptik aufgestellt wird. Das von einer Kristallplatte unter dem Einfluß der einfallenden Welle erzeugte Feld läßt die Amplituden der zurückgeworfenen und der durchgelassenen Interferenzstrahlen entnehmen und zeigt, in welcher Weise die Primärstrahlenergie in die Richtungen der Interferenzstrahlen übergeht. Es folgt u. a. daß auch im unendlich ausgedehnten Kristall die Interferenzstrahlen eine gewisse Nachgiebigkeit gegen schlechte Anregung haben — eine Grundtatsache für das Auflösungsvermögen bei der Röntgenspektroskopie.

Nr. 24, 1917.

Die bei Interferenz von Röntgenstrahlen wegen der Wärmebewegung entstehende zerstreute Strahlung; von *Hilding Faxén*. Der Verfasser führt eine in der Abhandlung „Interferenz von Röntgenstrahlen und Wärmebewegung[1]) weggelassene Rechnung nach seinen Voraussetzungen logisch aus. Die Arbeit ändert Debyes Untersuchungen über die Interferenzmaxima nicht, aber gibt für die zerstreute Strahlung das Gesetz, daß diese in der Nähe der Interferenzmaxima am intensivsten ist.

[1]) P. Debye, Ann. d. Phys. (4), 43, p. 49, 1914. Vgl. besonders p. 65 Fußnote.

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.